

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

DE LYON.

Année 1967 - N°

204

TITRE DE LA THESE

**L'ANESTHESIE EN TEMPS DE GUERRE
DANS LES UNITES ISOLEES**

T H E S E

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON
et soutenue publiquement le 14 Décembre 1967
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

AYME Jean-Jacques

né le 25 Mars 1940

à PARIS 14^e.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

DE LYON.

Année 1967 - N° 204

TITRE DE LA THESE

**L'ANESTHESIE EN TEMPS DE GUERRE
DANS LES UNITES ISOLEES**

T H E S E

présentée

à la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de LYON
et soutenue publiquement le 14 Décembre 1967
pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

AYME Jean-Jacques

né le 25 Mars 1940

à PARIS 14è.

A.G.E.M.P. - 40, rue Pascal - 75 - Paris 13 è.

FACULTE MIXTE DE MEDECINE
ET DE PHARMACIE DE LYON

P E R S O N N E L d e l a F A C U L T E

Doyen Honoraire :

M. H. HERMANN - Correspondant de l'Institut

Doyen :

M. J.F. CIER

Assesseurs :

M. M. LEVRAT

M. J. DORCHE

Conseiller Administratif :

M. H. PRUVOST

Professeurs Honoraires :

MM. TRILLAT - GARIN - GATE - GABRIELLE - SANTY - DUCLOS
GUILLEMINET - HERMANN - ROCHET - POLLOSSON - ENSELME
WERTHEIMER - SARROUY - BANSSILLON - DECHAUME - LACROIX.

*

* *

P R O F E S S E U R S

MM. J. CIBERT	Clinique urologique
P. PONTIUS	Physique biologique (détaché à Beyrouth)
M. CHAMBON	Chimie organique et toxicologie
F. PAUPERT-RAVAULT	Clinique médicale B
R. FROMENT	Clinique et prophylaxie cardio-vasculaires
P. CROIZAT	Clinique médicale C
P. MALLET-GUY	Clinique chirurgicale A
L. REVOL	Pharmacie galénique
H. PIGEAUD	Clinique obstétricale
J. BOURRET	Médecine du Travail
M. LEVRAT	Clinique médicale A
R. SOHIER	Bactériologie - Virologie - Immunologie
G. NETIEN	Botanique et Cryptogamie
P. BERTRAND	Clinique chirurgicale C
A. BADINAND	Chimie analytique pharmaceutique
B. DREVON	Pharmacie chimique et Pharmacologie
L. ROCHE	Médecine légale et Déontologie
J. COUDERT	Parasitologie et Pathologie exotique
P. MOUNIER-KUHN	Clinique d'Oto-Rhino-Laryngologie et d'Audiophonologie
L. PAUFIQUE	Clinique Ophtalmologique
H. THIERS	Clinique de Dermatologie, Syphiligraphie et Allergologie

Digitized by the Internet Archive
in 2026

MM. J. BRUN	Clinique de Pneumophtisiologie
J. CREYSSEL	Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique
M. DARGENT	Clinique carcinologique
M. BERGER (1)	Physique nucléaire appliquée à la Médecine
A. GUICHARD	Anatomie Pathologique
P. GIRARD	Clinique Neuro-Psychiatrique et d'Hygiène Mentale
M. GIRARD	Clinique Médicale D
M. LATARJET	Anatomie
R. PEYCELON	Clinique chirurgicale B
A. VACHON	Pathologie médicale
P. GALY	Physio-pathologie des Voies respiratoires
J. PAPILLON	Radiologie
M. JEUNE	Clinique Médicale Infantile et Hygiène du Premier Age
A. GONIN	Thérapeutique
P. MONNET	Clinique Médicale Infantile B
J. CHATONNET	Physiologie B
P. GUINET	Clinique Endocrinologique
H. COLLET (1)	Chimie Générale et Pharmaceutique
A. TRILLAT	Clinique de Chirurgie Orthopédique
Ch. FREIDEL	Clinique Stomatologique
J. MARION	Clinique de Chirurgie et d'Orthopédie Infantiles
J. DORCHE	Matière Médicale et Législation Pharmaceutique
L. MANSUY	Neurochirurgie
L. REVOL (1)	Hématologie
J. LECUIRE (1)	Neurochirurgie
H. LIARAS (1)	Clinique chirurgicale propédeutique
L. PERROT	Chimie
J.F. CIER	Physiologie A
J. PERRIN	Thérapeutique Chirurgicale et Chirurgie Opératoire
P. GOINARD (1)	Clinique Thérapeutique chirurgicale et Chirurgie expérimentale
P. MICHAUD	Clinique de Chirurgie Cardiaque
M. PONT (1)	Séméiologie Médicale
J. TRAEGER	Clinique de Néphrologie et Maladies métaboliques
J. MATHIEU	Clinique Gynécologique
G. FAUCON	Biologie Médicale et Pharmacodynamie
A. BERTOYE	Clinique des Maladies Infectieuses
G. VIGNON	Hydrologie Thérapeutique, Climatologie et Ecologie sociale
D. VINCENT	Biochimie appliquée
A. CIER	Pharmacodynamie
L. COLOBERT	Chimie Biologique et Médicale
P. MAGNIN	Physiologie et Pathologie obstétricales
J. THIVOLET	Hygiène et Action Sanitaire et Sociale
M. PLAUCHU (1)	Séméiologie et Médecine Générale
J. FRANCILLON	Séméiologie Chirurgicale
C. GIROD	Histologie et Embryologie
X...	Pathologie Chirurgicale
X...	Pathologie Générale et Expérimentale

PROFESSEURS SANS CHAIRE

MM. E. ROMAN	Parasitologie
J. FEROLDI	Anatomie pathologique
R. MORET	Physique biologique
L. ODDOUX	Botanique et Cryptogamie
C. DESPIERRES	Médecine générale
J.P. GARIN	Parasitologie
F. TOLOT	Médecine du Travail
R. MALLEIN	Chimie analytique
E. PINET	Electro-Radiologie
D. COLOMB	Dermatologie
R. FRANCOIS	Pédiatrie
M. COLIN	Médecine Légale
F. LARBRE	Pédiatrie
J. GRAS	Chimie Biologique

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES TITULAIRES

MM. R. CREYSSEL	Chimie Biologique
J. GUYOTAT	Neuro-psychiatrie
J. DESCOTES	Chirurgie générale
M. JOUVET	Pathologie Expérimentale
R. MORNEIX	Médecine générale
J.O. PEYRIN	Physique biologique
M. TOMMASI	Anatomie pathologique
P. BUFFARD	Electro-Radiologie
E. LEJEUNE	Médecine générale et thérapeutique
Fr. de MOURGUES	Stomatologie
H. NAUSSAC	Maladies infectieuses
J. REBOUILLAT	Chirurgie générale
G. ROMAGNY	Pédiatrie
J.P. DELAHAYE	Médecine générale
R. DELEUZE	Anesthésiologie
M. GIRAUD	Electro-Radiologie diagnostic et thérapeutique
A. MICHEL	Anesthésiologie
R. LAMBERT	Médecine générale
D. FRIES	Médecine générale
R. GILLY	Pédiatrie
J. ROBERT	Médecine générale
A. BOUCHET	Anatomie
M. BETHENOD	Pédiatrie
D. GERMAIN	Immunologie, sérologie, hématologie
J.C. KALB	Pneumo-phtisiologie
J. SOUSTELLE	Chirurgie générale
J.J. VIALA	Médecine générale
P. VINCENT	Bactériologie, parasitologie, virologie
J.A. BERTRAND	Chimie biologique

.../...

MM. G. MARET	Chirurgie générale
J. VIALLIER-RAYNARD	Bactériologie
L.C. CHOLLAT	Electro-Radiologie
J. FLEURETTE	Bactériologie
R. FLANDROIS	Physiologie
P. MOREL	Hématologie
H. TERMET	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
A. FREDERICH	Pharmacologie
M. DAUDET	Chirurgie infantile
J. BRUNE	Médecine générale et Thérapeutique
R. LOMBARD-PLATET	Chirurgie générale
M. BOUVIER	Réumatologie
F. FREYCON	Pédiatrie
C. LAPRAS	Neuro-chirurgie
M. PELLET	Physiologie
J. DUQUESNEL	Electro-Radiologie
H. DEJOUR	Orthopédie et Traumatologie
G. MOULIN	Dermato-Vénérologie
M. PERRIN-FAYOLLE	Pneumo-phtisiologie
P. PALIARD	Médecine générale et Thérapeutique
A. MORGON	Oto-rhino-laryngologie
M. PAUPERT-RAVAULT	Ophtalmologie
J. MOTIN	Anesthésiologie
J. PASQUIER	Médecine générale et Thérapeutique
J.L. VAUZELLE	Anatomie pathologique
J.C. CZYBA	Histologie et Embryologie
M. CABANAC	Physiologie
R. TOURAINE	Pneumo-phtisiologie
A. BEL	Médecine générale et Thérapeutique
F. CHARVET	Gynécologie - Obstétrique
M. MAYER	Cancérologie
G. BRAILLON	Anatomie et Chirurgie générale
H. VILLIERS	Chirurgie générale
P. LOUISOT	Chimie biologique et Chimie des Explorations fonctionnelles
J. COURJON	Neuro-Psychiatrie
J. LAIR	Stomatologie
Mme A. PINET	Electro-Radiologie.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES STAGIAIRES

MM. J. FAVRI-GILLY	Hématologie
G. RIFFAT	Hygiène
M. ROLLET	Pharmacie galénique
C. BIZOLLON	Physique

AGREGES EN EXERCICE

MM. A. NOTTER	Gynécologie obstétricale
M. DUMONT	Obstétrique
B. SCHOTT	Neuro-psychiatrie
M. DEVIC	Médecine générale
R. HUGONNIER	Ophtalmologie
G. ALLEGRE	Neuro-chirurgie
A. GARDE	Médecine générale
R. FAYSSE	Orthopédie
J. GAILLARD	Oto-rhino-laryngologie
A. PERRIN	Médecine générale
J. NORMAND	Médecine générale
A. MOUNIER-KUHN	Chirurgie générale
J.L. CHASSARD	Electro-Radiologie
R. GARMIER	Obstétrique
P. DUMAS	Stomatologie
J. SCHNEPP	Orthopédie
G. NOEL	Médecine générale.

*

* *

Examineurs de la Thèse :

- Président : M. le Professeur LECUIRE
- Assesseurs : MM. le Professeur DELEUZE
le Professeur FLANDROIS
le Médecin-Colonel VITTORI

*

* *

A MES PARENTS

Leur vie de travail et de ténacité
a été pour moi le meilleur exemple.

Ils m'ont soutenu dans chaque épreuve
et c'est grâce à leur affectueuse
sollicitude que je peux aujourd'hui
leur dédier cette Thèse,
trop faible témoignage de ma reconnaissance
et de mon amour filial.

A TOUS MES AMIS.

A notre Président de Thèse
Monsieur le Professeur J. LECUIRE

Il nous a fait le grand honneur d'accepter
la présidence de cette Thèse.

Qu'il trouve ici l'expression
de notre admiration et de notre profond
respect.

A nos Juges

Monsieur le Docteur R. DELEUZE
Professeur Agrégé d'Anesthésiologie

Il a accepté de juger ce travail.
Nous sommes très sensible à cet honneur
et le prions de croire à l'expression
de notre profond respect.

Monsieur le Médecin-Commandant R. FLANDROIS
Professeur Agrégé de Physiologie.

Nous avons particulièrement apprécié
ses cours pendant nos premières années
d'études.
Il a bien voulu accepter de juger
notre Thèse. Qu'il trouve ici l'expression
de nos vifs remerciements.

Monsieur le Médecin-Colonel VITTORI
Professeur Agrégé du Val-de-Grâce.

Tout au long de nos années d'études, il
nous a toujours manifesté beaucoup
d'indulgence et de compréhension.
Pionnier de l'Anesthésie en temps de guerre,
il a porté un grand intérêt à notre travail.
Nous l'assurons ici de notre reconnaissance.

A Messieurs les Médecins-Commandants

P. PICARD

P. RADIGUET de LA BASTAÏE

Le semestre passé dans leur service de Réanimation-Anesthésie de l'Hôpital d'Instruction des Armées du Val-de-Grâce a été pour nous le plus riche enseignement de nos années d'études médicales.

Leur bienveillante sollicitude nous a été d'un grand secours chaque fois que nous avons besoin d'un conseil dans l'élaboration de ce travail.

Nous les remercions de nous avoir confié ce sujet de thèse et d'avoir dirigé notre étude.

Nous les assurons que nous resterons toujours un disciple fidèle à la voie qu'ils nous ont tracée par leur exemple.

A Monsieur le Médecin-Commandant D. MOINE
Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

Un semestre passé dans son service nous a initié
à un grand nombre de techniques chirurgicales.

Nous avons pu nous rendre compte chez lui de l'étroite
collaboration qui existe entre le Chirurgien et le Réanimateur.

Il a toujours porté le plus grand intérêt à notre travail
et nous voulons l'assurer ici de notre reconnaissance.

A Monsieur le Médecin-Commandant C. POIJOL

Grâce à lui, nous avons pu expérimenter
en milieu hospitalier le matériel apte
à administrer l'anesthésie en temps
de guerre.

Son étroite collaboration à notre travail
nous a été d'un précieux secours.

Nous tenons à lui dire combien nous avons
été sensible à la constante bienveillance
qu'il nous a manifestée, et nous l'assurons
ici de notre amitié profonde.

A Monsieur le Médecin-Général Inspecteur BORON
Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Directeur de l'Ecole du Service de Santé des Armées
et de l'Hôpital d'Instruction des Armées des Genettes

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur FAVRE
Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Directeur de l'Ecole d'Application du Service de Santé des Armées
et de l'Hôpital d'Instruction des Armées du Val-de-Grâce

A Monsieur le Médecin-Colonel GROSSETÊTE
Bactériologiste des Hôpitaux des Armées
Médecin-Chef de l'Hôpital d'Instruction des Armées des Genettes.

A tous nos Maîtres civils et militaires.

A nos Amis du Service

Monsieur le Médecin-Capitaine BLANC J.P

Monsieur le Médecin-Capitaine DARRÉ R.

Madame le Médecin-Capitaine DORNOY G.

Monsieur le Médecin-Capitaine DUFOUR J.

Monsieur le Médecin-Capitaine FERRAND P.

Monsieur le Médecin Capitaine LE BOT J.C.

Monsieur le Médecin-Capitaine LOMBARD C.

A Mademoiselle MARCHAND

Elle nous a été d'un grand secours
dans la dactylographie de notre travail.

Nous la remercions très sincèrement.

I N T R O D U C T I O N

En temps de guerre, la Médecine des Armées a des préoccupations spécifiques nombreuses. Parmi celles-ci se trouve l'anesthésie de guerre, propre aux conditions de dénuement relatif ou absolu. Les voies défrichées dans ce domaine ne débouchent pas seulement sur des applications exclusivement militaires, mais elles peuvent amener à concevoir des moyens matériels et des techniques volontairement simplifiés auxquels tout anesthésiste pourrait avoir recours en cas de catastrophe massive survenant en temps de paix et contraignant à employer une technique sanitaire très voisine de celle du temps de guerre.

Les matériels d'anesthésie définis pour ces circonstances peuvent d'autre part être employés dans les conditions rustiques propres à certaines zones encore déshéritées.

Notre propos dans ce travail sera d'envisager les caractères propres au traumatisme en temps de guerre, les conséquences anesthésiologiques résultant de la clinique et de l'environnement en se plaçant dans les conditions les plus défavorables qui sont celles de l'isolement.

*
* * *

P L A N D E T R A V A I L

- Dans un premier chapitre, nous mettrons en évidence les conditions d'environnement et de travail en anesthésie de guerre et nous aborderons les problèmes concernant d'une part le personnel, d'autre part le matériel et ceux découlant de l'environnement.

- Dans un second chapitre nous définirons :

- . le blessé de guerre
- . le choc traumatique de guerre.

- Dans un troisième chapitre nous évaluerons les risques anesthésiques chez le blessé de guerre. Ces risques sont avant tout d'ordre cardio-circulatoire, d'ordre ventilatoire et d'ordre digestif.

Nous accorderons une place très importante à la surveillance de la période d'émergence de l'anesthésie.

- Dans un quatrième chapitre nous énoncerons les principes généraux de l'anesthésie chez le blessé de guerre dans les Unités Isolées et nous insisterons sur les impératifs à respecter concernant :

- . la prémédication vagolytique
- . l'intubation endotrachéale
- . le remplissage vasculaire.

- Nous serons amenés dans un cinquième chapitre à déconseiller un certain nombre de techniques courantes et nous serons plus favorables à un certain nombre d'autres dont quelques-unes sont parfois moins souvent utilisées.

- Dans un sixième et dernier chapitre, nous verrons quelle est l'incidence de cet ensemble sur le choix du matériel à utiliser dans les conditions de dénuement.

*

* *

C H A P I T R E I

LES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT ET DE TRAVAIL EN ANESTHESIE DE GUERRE

A - GENERALITES

En temps de guerre il est souvent nécessaire d'opérer certains blessés - et donc de les anesthésier - à l'échelon chirurgical avancé - parce qu'il est nécessaire de faire un geste salvateur immédiat.

Les conditions d'environnement, très différentes de celles du temps de paix, dépendront évidemment des conditions climatiques et géographiques de la zone où se déroulent les combats.

Les conditions de travail, quant à elles, seront liées étroitement aux problèmes du matériel et du personnel.

B - LE PERSONNEL DISPONIBLE

Il est évident que les tableaux d'effectifs ont prévu un personnel compétent en anesthésie à tous les échelons du service de santé en temps de guerre. Ce personnel médical est composé en général de médecins-aspirants encadrés d'un certain nombre de médecins d'active spécialisés.

Cependant, parmi les soucis de la médecine militaire, il en est un important, celui de prévoir la défaillance ou l'insuffisance de ce personnel. En effet, sur certains théâtres d'opérations, il est pratiquement impossible d'affecter plus d'un anesthésiste qualifié par équipe chirurgicale (49). Dans certaines circonstances, le chirurgien peut être à même de pratiquer une anesthésie locale comme cela s'est vu lors de la catastrophe d'Agadir au Maroc, il y a quelques années, ou être amené à faire pratiquer l'anesthésie générale sous sa responsabilité propre, à un auxiliaire médical (47).

C - LE MATERIEL DISPONIBLE

Le service de santé a prévu un matériel permettant de donner des anesthésies avec la sécurité maximale dans des conditions de dénuement absolu, en particulier en l'absence d'oxygène comprimé.

Mais un fait important mérite d'être souligné : il vaut mieux avoir un anesthésiste entraîné à pratiquer une technique simple sans matériel encombrant plutôt que de disposer d'un matériel perfectionné et complexe que personne ne saura utiliser de façon efficace sans entraînement prolongé préalable.

Signalons qu'un appareillage du genre des évaporateurs "Draw-over" peut être utilisé pour fournir une anesthésie adéquate dans n'importe quel type d'opération en utilisant seulement l'air ambiant comme gaz vecteur de produit volatil. Il faudra savoir ne pas compter sur les gaz comprimés dont on peut être privé.

D - L'INCIDENCE DE L'ENVIRONNEMENT

Remarquons tout d'abord que certaines unités et certaines conditions de guerre exigent des conditions de travail bien particulières. Citons notamment :

- le sous-marin en plongée prolongée
- le navire au stade zéro (en ambiance nucléaire)
- les abris étanches

dans l'atmosphère artificielle desquels il est évidemment exclu de répandre des vapeurs anesthésiques.

L'environnement influe sur l'approvisionnement rendu très difficile ou très long dans les contrées isolées du fait du climat, de la végétation ou de la distance (19).

Ceci peut limiter les techniques et les médicaments modernes qu'il faut apporter au blessé et cela concerne les appareillages fonctionnant avec le protoxyde d'azote.

On doit tenir compte aussi des caractéristiques physiques des anesthésiques volatils que la température ambiante peut rendre dangereux, si elle élève le pourcentage évaporé, d'où la nécessité de matériels techniques très évolués.

CH A P I T R E I I

LES CARACTERISTIQUES DU TRAUMATISME EN TEMPS DE GUERRE

A - LE BLESSE DE GUERRE

Le blessé de guerre est toujours choqué ou menacé de choc.

Les circonstances aggravantes du choc sont nombreuses; citons :

- la fatigue du combat
- l'angoisse du combattant
- l'attente du ramassage
- la lenteur et l'inconfort de l'évacuation

qui peuvent être imposées parfois par la logistique pour permettre l'approvisionnement des combattants

- l'hémorragie dont il faut toujours tenir compte.

Pour le choix de l'heure de l'intervention chirurgicale, il faudra tenir compte :

- de l'état du blessé
- de la nature des lésions
- de la réponse au déchochage
- et aussi bien entendu de l'afflux des blessés, ce qui amène à

des choix techniques différents selon l'encombrement.

Il est classique de dire que l'intervention ne doit être faite que sur un blessé déchoqué, sauf si l'intervention est la condition nécessaire d'un déchochage efficace (44).

B - LE CHOC TRAUMATIQUE DE GUERRE

Ce problème a déjà été largement développé et nous nous bornerons seulement à en rappeler ses grandes lignes, mais en insistant particulièrement sur les méthodes de traitement.

Son diagnostic est habituellement facile (44). Chez un sujet blessé, le plus souvent depuis au moins une heure, qui présente une vasoconstriction généralisée, on remarque :

- un teint grisâtre fait de pâleur et de cyanose périphérique
- des extrémités froides (nez, mains, pieds)
- un psychisme particulier consistant en une relative indifférence, allant jusqu'à la prostration mais sans troubles de la conscience
- un tableau cardiovasculaire avec : un remplissage capillaire ralenti, un pouls petit et rapide, une tension artérielle très pincée, l'effondrement tensionnel (maxima) est d'autant plus précoce que l'hémorragie a été plus importante.

Le traitement de ce tableau doit répondre à certains principes généraux (9) :

- le but du traitement est de rétablir un flux sanguin normal au niveau de tous les parenchymes,
- le traitement doit être aussi précoce que possible,
- les traitements de l'état de choc et de la lésion traumatique sont strictement solidaires
 - la réanimation est la condition de l'opérabilité
 - l'opération est la garantie de l'efficacité de la réanimation.

Le choqué risque de récidiver si la technique du déchocage n'est pas précise.

On peut résumer la pratique du déchocage comme suit (9, 68) :

- 1) il faut immédiatement allonger le blessé pour favoriser au maximum la circulation céphalique,
- 2) il faut contrôler les facteurs d'entretien du choc, c'est-à-dire :
 - l'hémorragie
 - l'hypovolémie consécutive
 - les réactions d'irritation nerveuse
- 3) la perfusion sanguine :
 - a) on appréciera l'hypovolémie sur :
 - l'existence de l'état de choc, perte de 20 à 30 % de la masse sanguine au minimum

- la nature des blessures

b) les signes d'efficacité de la perfusion seront :

- une remontée tensionnelle durable à 10 environ
- la réduction de la tachycardie
- l'amélioration de la circulation cutanée
- une augmentation du flux urinaire qui dépasse 30 cm³ par heure.

La rapidité et la stabilité de l'amélioration constituent les tests de la sévérité du choc.

Il ne faudra pas oublier, d'une part, les transfusions substitutives ou complémentaires :

- de plasma
- de solutés à grosses molécules
- de rhéomacrodex
- de sérum glucosé hypertonique,

et d'autre part, le contrôle de la circulation périphérique par les agents neuroplégiques ou sympatholytiques et sympathomimétiques à action β qui visent à favoriser une oxygénation cellulaire au niveau de tous les tissus.

*

* *

C H A P I T R E I I I

LES RISQUES ANESTHESIQUES CHEZ LE BLESSE DE GUERRE

Il est bien évident qu'il n'est pas aussi simple d'endormir un combattant blessé qu'un sujet bien préparé et en bon état général dans un hôpital moderne.

Les risques sont beaucoup plus grands et dépendent des perturbations des grandes fonctions végétatives qui existent du fait des blessures.

De plus, il faudra surveiller particulièrement la période d'émergence de l'anesthésie, propice aux complications de toutes sortes.

Les fonctions végétatives qui risquent d'être les plus perturbées par l'anesthésie sont :

- la fonction cardiocirculatoire,
- la fonction ventilatoire,
- la fonction digestive.

1°) Le risque cardiocirculatoire

a) Il découle principalement de l'état de choc. La vaso-constriction généralisée associée à une hypovolémie rend le malade particulièrement sensible à toute action vaso-dilatatrice brutale, surtout si cette action n'est pas précédée d'un remplissage vasculaire.

b) Il découle aussi des drogues que le blessé a pu recevoir au cours du ramassage et de l'évacuation.

c) Nous rappellerons pour mémoire les consignes du Service de Santé à l'échelon de l'avant (44) :

Injection intramusculaire systématique.

1 - Pour les blessés de l'abdomen et des membres et les brûlés :

Péthidine 100 mg + Prométhazine 50 mg

2 - Pour les blessés thoraciques et les blastés :

Péthidine 100 mg + Diéthazine 125 mg

3 - Pour les blessés du crâne :

Prométhazine 50 mg.

d) On ne doit accorder aucune place aux drogues vaso-pressives qui sont dangereuses et illogiques dans le traitement du choc.

On pourra adjoindre les injections (40 ml à 30 % à la seringue) ou perfusions (250 ml à 30 % en une demi-heure à une heure) de soluté glucosé hypertonique avec ou sans 10 unités d'insuline pour 250 ml de glucosé hypertonique, en sachant que l'effet favorable habituel est de courte durée.

e) On sera très exigeant pour admettre l'indication du remplissage vasculaire pendant l'évacuation.

2°) Le risque ventilatoire

Il est fonction :

a) de la dépression respiratoire

b) des conséquences ventilatoires d'une plaie thoracique ou thoraco-abdominale. Il faut éviter les doses itératives de drogues dépressives respiratoires telles que la Péthidine et la Morphine.

Les analeptiques respiratoires sont sans efficacité réelle. En conséquence, il faut s'en tenir au schéma thérapeutique suivant :

- oxygénothérapie

- intubation d'emblée ou assistance respiratoire au ballon.

3°) Le risque digestif

L'effet du traumatisme et l'état de choc arrêtent le transit digestif, ce qui fait courir le risque de vomissements à l'induction de l'anesthésie, le blessé de guerre plus que toute autre urgence étant a priori soupçonnable d'avoir l'estomac plein.

Donc les risques de vomissements et d'inondation trachéale ainsi que la recherche de la sécurité la plus complète nécessitent une intubation endotrachéale rapide, plus rapide et moins sanglante que la trachéotomie.

4°) La période de réveil

La surveillance de la période d'émergence de l'anesthésie ne pourra être assurée de façon aussi stricte que dans les conditions hospitalières habituelles. Pour cette raison, les techniques anesthésiques choisies devront permettre des réveils aussi précoces et complets que possible en vue de l'évacuation secondaire immédiate du blessé, qui peut se révéler indispensable si l'affluence des blessés nécessite la réutilisation fréquente de la table d'intervention.

Le sujet réveillé sera confié à un infirmier qui notera soigneusement le pouls et la tension artérielle et qui devra aspirer si besoin les sécrétions dans la bouche du patient pour prévenir l'encombrement des voies respiratoires supérieures.

*
* * *

C H A P I T R E I V

PRINCIPES GENERAUX DE L'ANESTHESIE CHEZ LE BLESSE DE GUERRE DANS LES UNITES ISOLEES

Il s'agit uniquement d'une anesthésie en urgence et nous allons retrouver ici tous les risques propres à ces circonstances (148).

L'anesthésie et la réanimation sont inséparables, mais alors qu'en temps de paix on fera dans la mesure du possible précéder l'anesthésie d'une réanimation, en temps de guerre on peut être amené, pressé par l'évacuation et les conditions de travail, à pratiquer l'anesthésie et la réanimation de façon concomitante (11, 68).

I - IMPERATIFS A RESPECTER

1 - La prémédication vagolytique par injection intraveineuse de 0,5 mg d'atropine

- pour prévenir l'hypervagotonie de début d'anesthésie (syncope cardiaque réflexe)
- et pour diminuer les sécrétions bronchiques tout au long de l'intervention.

2 - L'intubation avec une sonde à ballonnets

L'intubation endotrachéale aussi rapide que possible est nécessaire afin d'éviter tout phénomène de régurgitation, le blessé de guerre devant toujours être considéré en période digestive.

Elle est facilitée par la curarisation légère, ce qui impose de disposer de moyens d'assistance respiratoire :

- si possible avec l'oxygène sous pression
- à défaut avec l'air atmosphérique par soufflet ou ballon autostatique.

L'intubation endotrachéale n'est pas seulement un moyen efficace de maintenir la béance des voies aériennes et de les protéger contre l'inhalation des vomissements et d'autres matières étrangères, mais c'est aussi une aide essentielle à l'anesthésie.

T.B. BOULTON et P. COLE pensent que chaque anesthésiste digne de ce nom doit être entraîné à pratiquer cette technique relativement simple (20).

L'intubation est pratiquée à l'aide d'un laryngoscope. Ceux-ci sont de modèles et de tailles différents, mais cependant les équivalents Penlon "large Adult" du laryngoscope de Macintosh peuvent pratiquement être considérés comme universels (21).

3 - Le remplissage vasculaire

a - Les voies d'abord veineux

Il est absolument nécessaire de compenser la perte de sang qui peut survenir pendant l'intervention chirurgicale, surtout quand la surveillance du patient sous anesthésie est confiée à des mains relativement inexpérimentées. En plus, avec tous les anesthésiques, excepté ceux d'action très courte, la dénudation veineuse est une assurance dans le cas où il faudrait passer des drogues intraveineuses pendant la période de réveil sans perdre de temps à trouver une veine collabée (20). On utilise donc un cathéter ou une canule métallique après dénudation veineuse. La voie veineuse sous-clavière est une bonne voie d'urgence, à condition d'être cathétérisée de façon sûre, solide, car avec l'aiguille on risque de perfuser le médiastin.

b - Choix du liquide à injecter

Le seul traitement valable est la transfusion sanguine isogroupe iso-Rhésus (44).

L'idéal est le sang conservé, mais du fait des difficultés de ravitaillement, on emploie souvent d'autres produits :

- plasma et substituts dont la conservation est illimitée,
- liquides macromoléculaires tels que :
 - . le polyvinyl pyrrolidone
 - . le dextran
 - . la gélatine fluide modifiée
 - . le rhéomacrodex

qui ont la même efficacité que le plasma en ce qui concerne la restauration provisoire de la masse circulante liquidienne

- la sérum albumine humaine.

c - Le problème des transfusions massives

Les inconvénients en sont limités par :

- la transfusion de sang isogroupe ou à défaut, de sang O aux sujets O ou B, de sang A aux sujets A ou AB,
- l'utilisation de sang conservé sur solution ACD (solution contenant de l'acide citrique et du dextrose),
- l'injection systématique de 1 gramme de gluconate de calcium par litre de sang conservé perfusé,
- la perfusion dans les 48 heures qui suivront de sérum glucosé à 10 %,
- la diminution ou l'arrêt de l'apport sodé.

4 - Le problème du réveil précoce

En anesthésie de guerre, il faut s'orienter vers des techniques qui donnent un réveil rapide et précoce, permettant de laisser un malade sans la surveillance stricte souhaitable et permettant ainsi de dégager la table opératoire dès la fin de l'intervention en vue de sa réutilisation immédiate (19).

Avec l'anesthésie moderne, les séquelles de la période post-anesthésique ont été considérablement réduites par l'emploi de concentrations minimales d'agents volatils vaporisés dans l'oxygène ou l'air pour les petites interventions, et d'une narcose plus profonde avec un myorelaxant quand une bonne résolution musculaire est indispensable.

Avec l'emploi de l'halothane on peut atteindre les stades de l'anesthésie chirurgicale dans les circonstances difficiles, car cet agent

efficace qui procure un réveil rapide élimine un grand nombre des dangers de la période post-opératoire qui étaient habituellement associés à la longue période de réveil suivant une narcose profonde, c'est-à-dire : les pneumopathies, les thromboses et les vomissements (21).

5 - Comment éviter le surdosage

Le surdosage d'agent anesthésique est annoncé en cours d'intervention par une dépression respiratoire et cardio-circulatoire (20). Les manifestations physiopathologiques les plus importantes en sont :

- l'insuffisance ventilatoire avec ou sans cyanose selon le taux d'hémoglobine circulante,
- les troubles du rythme cardiaque,
- le pouls rapide,
- l'hypotension.

L'emploi d'un évaporateur qui délivre une concentration anesthésique sûre réduit le risque du surdosage.

Ce principe du "pourcentage connu" fut réaffirmé par Mac Intosh et ses élèves au cours de la deuxième guerre mondiale (81).

Le surdosage relatif est plus facilement réversible lorsqu'on utilise des agents inhalés, car ils sont facilement et rapidement éliminés si on administre l'anesthésique de manière discontinue et si on peut utiliser la ventilation assistée ou contrôlée pour dissiper l'anesthésique.

Il est moins facile d'éviter le surdosage avec un agent anesthésique intraveineux, le seul moyen étant ici de fractionner les injections.

6 - La surveillance du patient

Elle doit être bien schématisée pour être assurée dans les meilleures conditions par un personnel paramédical qualifié, mais pas toujours très expérimenté (20).

Il faut surveiller :

- a) Le pouls et la pression artérielle .

Le plus facile à palper parfois est le pouls carotidien, mais

il faut prendre soin de ne pas appuyer trop fort sur le vaisseau afin de ne pas entraîner un réflexe circulatoire par stimulation des baro-récepteurs (Boulton et Cole).

Les irrégularités dans le rythme et des variations de fréquence sont importantes à noter et peuvent être le premier signe d'un début de surdosage d'anesthésique ou d'anoxie.

Il faut se rappeler que la tachycardie est souvent la conséquence normale des effets de la gallamine (Flaxédil) et que la bradycardie et l'arythmie sous halothane sont un signe de surdosage.

b) La respiration en l'absence d'intubation endotrachéale.

L'obstruction respiratoire partielle ou complète étant une cause de mort trop fréquente chez les patients inconscients sur les théâtres d'opérations, il importe d'en déceler les signes cliniques le plus vite possible et en particulier de surveiller attentivement les mouvements de la cage thoracique pendant l'anesthésie. S'il y a obstruction des voies aériennes, quelle qu'en soit la cause, l'expansion thoracique est très lente et irrégulière (18)(19)(20).

c) La cyanose

Il faut surveiller attentivement la couleur des téguments et des muqueuses pour déceler les moindres signes de cyanose, mais il faut se rappeler qu'un patient ventilé à l'air ne sera pas aussi rose qu'un sujet sursaturé en oxygène (19).

II - LE CHOIX DE LA METHODE D'ANESTHESIE

En anesthésie, dans les circonstances de dénuement, on ne pourra pas le plus souvent utiliser les gaz comprimés et en particulier l'oxygène (111, 112). Si on utilise une méthode par inhalation, il faudra se contenter de l'air ambiant pour vaporiser le produit volatil employé.

Cette condition nécessite l'emploi d'appareils dits "à système ouvert" avec lesquels l'expiration est entièrement rejetée à l'extérieur (méthode sans "rebreathing").

Ce résultat peut être obtenu de 3 façons (63) :

a) L'anesthésie à l'air libre

- Elle est plus ou moins parfaitement réalisée par une simple compresse recevant goutte à goutte un agent volatil. Chez l'adulte, l'espace mort de l'appareil est presque négligeable.
- L'insufflation est en général réalisée par une sonde nasale de faible calibre mais elle peut se faire aussi à l'aide d'une canule orale ou d'une sonde fine endotrachéale.

b) Les valves unidirectionnelles (valves "sans rebreathing")

C'est un jeu de valves permettant l'admission du mélange à l'inspiration et le rejet total à l'extérieur pendant l'expiration (valves de "non retour"). Elles comprennent :

- une valve qui s'ouvre à l'air libre (valve expiratoire)
- une valve permettant d'inspirer le contenu d'une enceinte anesthésique dont on contrôle la composition (valve inspiratoire).

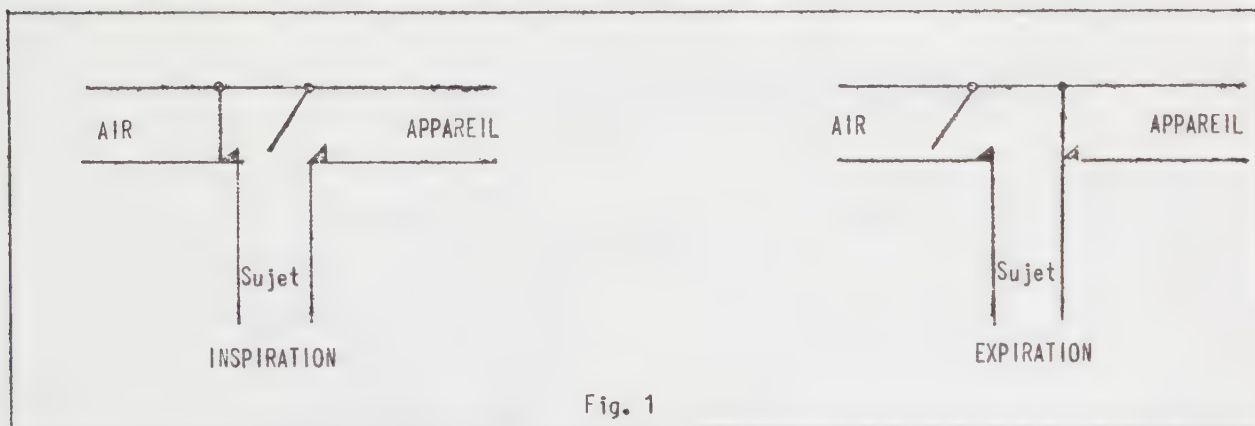


Fig. 1

Un grand nombre de valves à pression positive "non rebreathing" existent actuellement. La plupart d'entre elles sont à double emploi :

- permettant d'une part la ventilation assistée en pression positive
- s'adaptant d'autre part à la respiration spontanée du patient.

Citons la valve Ruben et la valve Ambu "E" qui ont des versions "Réanimation" et la valve "Mitchell" qui, elle, permet seulement la ventilation assistée (20).

Le système ouvert a des avantages, mais aussi quelques inconvénients (63) :

- a) la compresse est le plus simple des appareils d'anesthésie mais les concentrations anesthésiques obtenues sont variables.
- b) l'insufflation offre des conditions de simplicité voisines de la compresse mais elle ne garantit pas la liberté des voies respiratoires dans la chirurgie de la face et du cou.
- c) les valves "sans rebreathing", surtout en anesthésie endotrachéale, permettent un contrôle quasi absolu de la composition du mélange anesthésique, mais elles nécessitent par définition un apport de gaz supérieur à la ventilation du sujet.

Les valves "sans rebreathing" constituent un progrès important dans les interventions comportant :

- une intubation endotrachéale
- l'emploi d'agents peu dépresseurs
- une prévention rigoureuse du saignement.

III - LES DIFFERENTS STADES DE L'ANESTHESIE

Les anesthésiques généraux usuels rassemblent en une seule molécule les trois éléments de base de l'anesthésie :

- le pouvoir hypnotique
- le pouvoir analgésique
- le pouvoir relaxant.

Dans une anesthésie équilibrée, la nature de l'agent anesthésique est adaptée aux conditions de la chirurgie par le choix judicieux des drogues.

Les différents stades de l'anesthésie sont les suivante (21) :

Stade 1 : analgésie

Chez le sujet conscient, elle signifie soulagement de la douleur; chez le patient inconscient, elle a le pouvoir de supprimer les réponses réflexes aux gestes chirurgicaux par action centrale ou périphérique.

Stade 2 : "période d'excitation"

Il y a perte de conscience, due à la suppression de l'activité corticale. L'activité réflexe non inhibée s'exerce au niveau des centres nerveux sous-jacents lors de l'arrivée des vapeurs irritantes sur le larynx.

Stade 3 : anesthésie chirurgicale

Il n'y a aucune réponse aux stimuli nociceptifs. Au fur et à mesure que l'anesthésie s'approfondit, la résolution musculaire augmente mais la respiration diminue.

Stade 4 : dépression centrale végétative

Le centre respiratoire est déprimé. A ce stade, le coeur peut ou ne peut pas être déprimé dangereusement selon le produit utilisé.

*
* *

En anesthésie de guerre, on sera souvent amené à maintenir un équilibre entre une relaxation efficace et la dépression cardio-respiratoire dangereuse.

*
* *

CHAPITRE V

LES DIFFERENTES TECHNIQUES ANESTHESIQUES

Dans les circonstances difficiles, l'approvisionnement en gaz comprimés - notamment en protoxyde d'azote - est rare, voire même impossible (111).

Dans ces conditions, il est nécessaire de pratiquer une technique utilisant la vaporisation d'agents volatils dans l'air.

Il est maintenant évident que de basses concentrations d'anesthésiques volatils vaporisés dans l'air ne sont pas plus toxiques que les doses habituelles employées du mélange protoxyde d'azote-oxygène (21).

De nombreux anesthésistes - Munn, Epstein, MacIntosh - ont montré que l'air était satisfaisant pour maintenir une ventilation efficace pendant l'anesthésie.

Par ailleurs, il est admis que l'hypoxie est plus vite et plus facilement reconnue dans ce cas-là, car la cyanose se développe alors plus rapidement que chez des patients sursaturés en oxygène. L'oxygène présente cependant un certain avantage pendant l'induction de l'anesthésie et avant l'intubation.

Les techniques à envisager devront répondre à un certain nombre de critères (112) :

1) Elles devront d'une part :

- être d'apprentissage relativement simple,
- répondre dans la mesure du possible à un schéma déjà connu du personnel,
- comporter une induction pas trop lente pour éviter la perte de temps,
- ne pas faire appel à une multiplicité de drogues dont les indications et interactions exactes peuvent échapper à des auxiliaires anesthésistes rapidement formés.

2) Elles devront d'autre part assurer :

- un relâchement musculaire suffisant pour des interventions rapides de chirurgie abdominale mais il ne faudra jamais pratiquer une curarisation non justifiée par le siège de l'intervention;
- un réveil précoce et complet, car il ne sera le plus souvent pas possible de pratiquer une surveillance post-opératoire convenable avec contrôle des réflexes de toux et de déglutition.

I - Ce choix fait éliminer certaines techniques usuelles incompatibles avec les conditions que nous venons d'énumérer.

1) La neuroleptanalgie

Il s'agit d'une technique qui présente des avantages certains dans la mesure où elle conserve la ventilation spontanée, mais c'est une technique de spécialiste, nécessitant un temps assez long pour atteindre la période chirurgicale, et une surveillance post-opératoire qu'il est impossible d'obtenir en temps de guerre, où ces inconvénients sont majeurs.

2) Les techniques faisant appel à une polypharmacopée

L'anesthésie pratiquée habituellement fait appel à une polypharmacopée. Elle nécessite :

- une drogue destinée à obtenir la narcose (un barbiturique intraveineux par exemple)
- une drogue destinée à majorer l'analgésie (morphinique majeur fortement dépresseur respiratoire)
- un curare pour obtenir une résolution musculaire satisfaisante
- et enfin de très nombreux produits adjuvants selon les habitudes des utilisateurs.

Le maniement de ces techniques nécessite une longue pratique. Comme elles contiennent pratiquement toutes un morphinique de synthèse, elles peuvent entraîner des incidents respiratoires qui surviendront d'autant plus facilement que ces techniques seront manipulées par des néophytes.

Il en est de même pour la curarisation qui risque d'entraîner une dépression respiratoire prolongée.

3) Le Gamma OH (Gamma hydroxybutyrate de sodium)

Il s'agit d'un produit très intéressant par son action métabolique. Il n'entraîne jamais de chute tensionnelle et de détresse respiratoire. Mais il ne permet pas seul la chirurgie car il nécessite l'adjonction d'un relaxant musculaire et surtout d'un analgésique. On retrouve donc avec son emploi tous les risques de la polypharmacopée.

Le réveil est imprévisible en fonction des sujets et nécessite de toutes manières, pour être sûr, une grande expérience de ce produit. Donc le souci de la simplicité et celui du réveil précoce nous ramènent vers les techniques plus anciennes de l'anesthésie par inhalation.

4) Le Cyclopropane (3)

C'est un gaz stable inflammable, d'odeur douceâtre, facilement accepté par le patient et qui entraîne rapidement la perte de conscience et le stade chirurgical de l'anesthésie. Mais il présente certains inconvénients :

- c'est un produit coûteux, particulièrement en système ouvert,
- il augmente l'excitabilité cardiaque et entraîne des troubles du rythme,
- le patient peut entrer dans le quatrième stade de l'anesthésie si on ne l'examine pas attentivement,
- la résolution musculaire est obtenue avec difficulté dans quelques cas,
- il est inflammable; les concentrations anesthésiques sont explosives quand il est mélangé à l'air ou à l'oxygène,
- il produit occasionnellement une élévation de la tension artérielle,
- les nausées et les vomissements post-anesthésiques ne sont pas rares.

La rapidité et la facilité de mise en oeuvre du cyclopropane ont été mises à profit par Stephens et Bourne (112, 132) qui ont réalisé un petit appareil alimenté par une cartouche contenant un mélange fixe :

cyclopropane 30 % - oxygène 30 % - azote 40 %.

Cet appareil permet des anesthésies de très courte durée (10 à 15 minutes au plus), limitées par la contenance des cartouches de mélange

anesthésique et par le risque d'appauvrissement en oxygène du milieu si l'anesthésie est prolongée trop longtemps.

L'hypercapnie est annulée par un petit bac à chaux sodée incorporé à l'appareil.

Malgré l'ingéniosité de cet appareil de très petites dimensions, dénommé C.O.N. (cyclopropane-oxygène-nitrogen), son usage ne s'est pas répandu, du fait de la trop grande brièveté de l'anesthésie obtenue et du fait du risque explosif représenté par le cyclopropane, bien que dans le mélange ainsi réalisé, le danger d'explosion soit fortement atténué par la présence d'azote. Mais le circuit ne pouvant être étanche, l'inflammabilité continue à faire peser une menace sur le malade et l'équipe chirurgicale.

5) Le protoxyde d'azote

C'est un gaz non irritant, d'odeur douce, ininflammable, anorganique, qui a un pouvoir narcotique léger.

L'anesthésie qu'il produit est caractérisée par une induction et un réveil rapides. Mais (3) :

- il ne permet une anesthésie chirurgicale qu'à des pourcentages tels qu'ils entraînent toujours une anoxie,
- la résolution musculaire est inefficace pour la chirurgie majeure,
- bien que sans toxicité propre, cet anesthésique est rendu dangereux s'il est utilisé seul, par l'anoxie due au mélange contenant plus de 80 % de protoxyde d'azote,
- son emploi comme adjuvant d'anesthésie doit être réservé aux formations lourdes munies d'un matériel classique. Les sujétions d'approvisionnement liées à sa forte consommation (les mélanges anesthésiques courants comportant de 50 à 70 % de protoxyde) doivent le faire éliminer pour les formations légères isolées ou dans les circonstances de dénuement des catastrophes.

6) Le chloroforme (3, 21)

Le chloroforme est un liquide volatil, incolore, dont les vapeurs sont d'odeur douce, facilement inhalées et ininflammables en présence d'air ou d'oxygène.

Ce fut un des plus puissants agents anesthésiques par inhalation, disponible jusqu'à ces dernières années.

Le résolution musculaire qu'il procure est excellente. Il donne une induction et un réveil rapides.

Il possède une grande volatilité (point d'ébullition 61°C) qui devrait limiter son utilisation sous les tropiques ou dans les climats chauds.

Il peut être administré au moyen d'un appareillage très simple.

Il ne stimule pas à tort la respiration. Sa grande puissance et sa basse pression partielle alvéolaire nécessaire pour l'anesthésie permettent l'emploi de l'air comme gaz vecteur.

Il a donc été abondamment utilisé lors des deux conflits mondiaux.

Mais il présente un grand nombre d'inconvénients :

- il possède une marge étroite de sécurité. La transition du stade le plus léger au stade le plus profond de l'anesthésie est rapide;
- il est accusé de favoriser l'apparition d'hépatites post-opératoires ou des troubles sévères de la fonction hépatique sans hépatite. La part de l'anoxie et du surdosage dans ces accidents n'est cependant pas négligeable;
- son élimination est lente et les nausées ou vomissements post-opératoires fréquents;
- surtout sa toxicité myocardique est importante; elle est marquée par des syncopes, des fibrillations ventriculaires, des troubles du rythme. Elle a provoqué son abandon progressif car on possède aujourd'hui des produits voisins plus maniables à qualité égale.

On le trouve de moins en moins répandu car il est démonétisé par sa mauvaise réputation.

II - Il nous reste maintenant un certain nombre de techniques à envisager.

1) L'éther

L'éther est un liquide volatil inflammable dont les vapeurs possèdent un pouvoir narcotique marqué, une odeur pénétrante, et qui sont très irritantes pour les muqueuses (3).

Il a été le produit le plus utilisé en France parmi les anesthésiques volatils, et il est peu coûteux.

C'est un agent puissant, utile pour toutes les interventions, qui possède une grande marge de sécurité. Il est stable sur le plan chimique et facilement conservé.

Il peut être administré avec un appareillage très simple et, si c'est nécessaire, par des gens inexpérimentés, sous la surveillance d'anesthésistes qualifiés en cas d'urgence (19).

Il permet l'emploi de l'air comme vecteur et le complément d'oxygène requis pour l'anesthésie est faible (24).

Il tend à stimuler la respiration plutôt qu'à la déprimer. Enfin, il donne une anesthésie relativement peu dangereuse chez le choqué, en raison de son action sympathomimétique qui augmente la tension artérielle et le débit cardiaque (13).

Mais l'éther présente un certain nombre d'inconvénients :

- c'est un produit inflammable,
- son action sympathomimétique favorable est inhibée par les produits sympatholytiques qui ont pu être utilisés pour la réanimation circulatoire dans le but de favoriser la circulation capillaire, et l'éther se révèle alors un toxique myocardique majeur,
- la période d'induction est très lente et laborieuse. Elle est souvent accompagnée d'une agitation persistante du malade et des vomissements peuvent se produire,
- le réveil est lent, particulièrement après les grandes interventions parce que les tissus absorbent une grande quantité de produit et leur désaturation est lente,
- il est irritant pour les voies respiratoires et entraîne de la toux, une hypersécrétion bronchique et de la salivation.

Quoi qu'il en soit, l'éther reste une drogue relativement sûre et maniable. Il est encore utilisé, mais outre qu'elle est désuète et inconfortable, cette sécurité pharmacologique est quelque peu illusoire.

L'induction à l'éther

Lorsqu'on utilise l'éther pour l'induction d'une anesthésie, on établit la concentration de base à 2 ou 3 %, le masque étant maintenu à environ 15 cm du visage du patient.

On gonfle alors doucement le ballon et on abaisse lentement le masque sur le visage en cinq minutes environ, tout en augmentant progressivement la concentration jusqu'à 6 %.

Une bonne application du masque est essentielle. On augmente alors graduellement la concentration jusqu'à 15 % pendant les dix minutes suivantes.

Lorsque le sujet a respiré des vapeurs d'éther à 15 % pendant plus de cinq minutes, le chirurgien peut intervenir.

Pendant l'intervention on abaisse progressivement la concentration d'éther entre 6 et 3 %.

L'induction intraveineuse et le maintien de l'anesthésie à l'éther

1) On peut utiliser une dose starter de Penthiobarbital à l'induction pour faciliter la tolérance à l'éther, mais la transition nécessite que cette dose soit suffisante pour que le malade ne lutte pas contre l'éther.

On doit donc utiliser une dose de Penthiobarbital suffisante (0,25 à 0,40 g) qui entraîne des risques identiques à ceux de l'anesthésie barbiturique chez le choqué.

2) L'injection intraveineuse de 10 à 30 mg de DIAZEPAM entraîne une perte de conscience habituelle et le sujet supporte bien le contact avec les vapeurs d'éther (19, 20, 21).

2) L'anesthésie intra-veineuse

L'opium fut probablement la première drogue intraveineuse administrée par Sir Christopher Wren et Sir Robert Boyle en 1657.

Sauf en cas de nécessité absolue, l'emploi des opiacés est contre-indiqué en l'absence de moyens efficaces de ventilation assistée et d'intubation dans les circonstances difficiles (19, 20).

Mais il est bien évident qu'à bord d'un sous-marin atomique en plongée prolongée, dans l'atmosphère duquel il est exclu de répandre des vapeurs anesthésiques, on sera obligé d'avoir recours à ces moyens anesthésiques.

L'anesthésie intraveineuse peut être pratiquée avec respiration spontanée ou en ventilation assistée.

Il est difficile de délivrer des doses précises de drogues intraveineuses de façon à atteindre un juste milieu entre l'arrêt respiratoire (anesthésie trop profonde) et les mouvements du sujet (anesthésie trop légère).

Pour atteindre ce but, il faut fractionner les injections.

On est sûr d'avoir atteint le stade chirurgical lorsque le réflexe de clignement est aboli. Le surdosage est attesté par la perte de la mobilité de l'oeil, la dilatation de la pupille et la dépression respiratoire.

L'emploi judicieux de la péthidine (10 à 20 mg) associée au penthio-barbital augmente l'analgésie et empêche les mouvements réflexes.

L'utilisation des barbituriques en perfusion continue n'apporte aucune sécurité complémentaire et est une technique discutée.

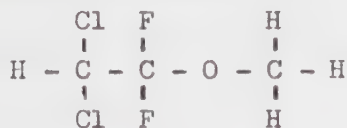
Quoi qu'il en soit, l'anesthésie intraveineuse est une technique de centre spécialisé, car elle nécessite les moyens de l'assistance respiratoire efficace si le besoin s'en fait sentir. Malgré tout, en cas d'urgence, elle peut être pratiquée avec des doses minimales de produits et en fractionnant les injections.

3) Le Penthrane

I - Propriétés générales (144)

Le méthoxyflurane ou penthrane est le dernier-né des anesthésiques halogénés.

C'est l'éther méthylique du 2-2 dichloro difluoro éthane répondant à la formule développée suivante :



C'est un liquide volatil, limpide, incolore, d'odeur fortement fruitée très caractéristique, ininflammable, non toxique, dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- point d'ébullition 104°C
- chaleur latente de vaporisation 49 cal/g
- 1 ml de liquide donne 149 ml de vapeur.

C'est un anesthésique puissant.

II - Avantages du penthrane (38, 39, 137, 138)

C'est un des rares agents anesthésiques qu'on puisse qualifier de fondamental car il procure une narcose très facilement gouvernable à laquelle s'ajoutent :

- une analgésie poussée, débordant sur la période de réveil,
- une résolution musculaire appréciable, peut-être supérieure à celle procurée par l'éther, facilement aidée par des agents myorésolutifs,
- et une stabilisation neurovégétative appréciable.

Il peut être débité par la plupart des éthériseurs sans adaptation particulière, car sa marge de sécurité est confortable.

III - Effets pharmacodynamiques (137, 138)

1 - Effets respiratoires

Il n'est pas irritant pour les voies aériennes, il n'est pas tussigène et n'augmente pas les sécrétions bronchiques.

Le retentissement ventilatoire est discret.

Bien qu'il ne stimule pas les centres ventilatoires comme l'éther, il ne les déprime pas; du moins dans les plans chirurgicaux utiles, car dans les plans profonds de l'anesthésie il a un effet dépresseur respiratoire avec diminution de la ventilation/minute et bradypnée.

Cette dépression est plus marquée si on a fait une induction barbiturique.

La réduction de la ventilation est un signe de surdosage.

2 - Effets cardiovasculaires

Le penthrane a une action hypotensive peu marquée en anesthésie moyenne et bradycardisante (action inotrope négative).

L'hypotension est le résultat de l'approfondissement de l'anesthésie, mais elle n'est jamais brutale.

Les troubles du rythme sont peu nombreux et consistent en des extrasystoles.

Le pouls est remarquable par sa stabilité.

Les stimuli chirurgicaux n'affectent pas les coordonnées vitales, le coeur semblant isolé des influences extrinsèques.

De plus, le méthoxyflurane ne semble pas sensibiliser le myocarde à l'action de l'adrénaline (14).

3 - Effets sur saignement et coagulation (139)

Dans l'ensemble le saignement per opératoire est diminué. Thüriès reconnaît au méthoxyflurane une certaine incidence sur la coagulation, celui-ci dévie la coagulation dans le sens d'une hypocoagulabilité post-opératoire.

4 - Retentissement sur la fonction rénale

Hans Auberger et Jürgen Heinrich (7) ont étudié les clearances rénales pré- et per-opératoires au cours de l'utilisation du méthoxyflurane. Au stade chirurgical de l'anesthésie, ils ont noté que le débit urinaire, la filtration glomérulaire et le flux plasmatique rénal accusent une chute significative.

Les résultats sont d'ailleurs rigoureusement superposables à ceux obtenus avec les autres anesthésiques gazeux (éther, cyclopropane, fluothane) :

- . le débit urinaire était diminué de 50 %
- . la filtration glomérulaire était diminuée de 20 à 30 %
- . le flux plasmatique rénal était diminué de 30 %.

5 - Enfin le retentissement hépatique est discret et les vomissements sont diminués.

IV - Surveillance de l'anesthésie au méthoxyflurane

Elle ne pose aucun problème particulier chaque fois que l'autonomie ventilatoire des patients est respectée.

En effet, la réduction progressive de l'amplitude ventilatoire et celle du niveau tensionnel sont les meilleurs témoins d'un approfondissement de l'anesthésie.

Les globes oculaires au plan 2 du stade chirurgical sont en position centrale et les pupilles sont en myosis.

L'allègement de la narcose est marqué par une revalorisation tensionnelle et ventilatoire, la décentralisation des globes oculaires et la dilatation pupillaire, enfin par la réapparition de la sécrétion lacrymale.

Le réveil est lent, mais très calme, et sûr, ne réclamant qu'un minimum de surveillance.

Le penthrane est donc un anesthésique complet qui a toutefois l'inconvénient d'avoir une évaporation difficilement contrôlable en raison de son point d'ébullition très élevé (104°C).

Il n'est certes pas explosif, mais son action sur toute l'induction s'apparente par sa durée à celle obtenue par l'éther, bien qu'elle soit moins insupportable.

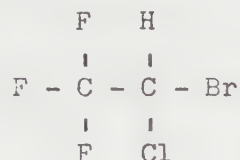
Il assure une analgésie certaine dans la période de réveil, mais celle-ci n'est obtenue en réalité que par une élimination très lente du produit.

Le plus gros écueil à l'utilisation du méthoxyflurane dans les conditions où nous nous sommes placés, serait sa volatilité médiocre qui permet d'obtenir avec les évaporateurs fonctionnant en Draw-over, des concentrations suffisantes pour le maintien de l'anesthésie, mais insuffisantes pour l'induction de celle-ci.

4) Le Fluothane

I - Propriétés générales (121)

C'est le 2-Bromo 2-Chloro 1:1:1 Trifluoro éthane, répondant à la formule développée suivante :



C'est un liquide clair, incolore, lourd et mobile, d'odeur douce et agréable, non irritante. Il est inexplosible et ininflammable mélangé à l'oxygène ou à l'association oxygène/protoxyde d'azote dans les proportions utilisées habituellement en anesthésie.

On obtient un mélange azéotrope de fluothane et d'éther quand ces deux produits sont associés respectivement dans la proportion de 2/1 en volumes.

Son point d'ébullition (E) est de 50°3 C. La chaleur latente de vaporisation au point d'ébullition est de 35,2 calories par gramme, la pression de vapeur à 20°C est de 243 mm de mercure.

C'est un corps très stable en raison de la présence d'atomes de fluor sur le premier carbone stabilisant le chlore et le brome du second.

C'est un produit qui peut se conserver de nombreuses années, mais il est cependant préférable de le garder dans un flacon soigneusement bouché à l'abri de la lumière et de la chaleur en présence de 0,01 % de thymol pour éviter le risque d'oxydation.

II - Avantages du fluothane (3, 143)

a) Il s'agit d'un anesthésique actuellement très employé et bien connu de la plupart des anesthésistes (médecins ou auxiliaires) et dont l'emploi poserait donc peu de difficultés sur le plan de l'entraînement.

b) C'est un anesthésique complet ne nécessitant pas l'emploi d'un analgésique mais auquel peuvent être adjointes des doses minimales de curare.

A ce propos il faut noter que :

- l'action de la gallamine étant potentialisée par le fluothane, il est nécessaire d'en réduire la posologie aux environs de 20 à 40 mg (145);
- il faut interdire l'emploi de la D. Tubocurarine avec le fluothane dans les circonstances où nous nous plaçons car ce dernier potentialise à la fois l'effet de résolution musculaire et l'action ganglioplégique de la D. Tubocurarine, cette potentialisation risquant de provoquer une chute tensionnelle brutale (69).

c) L'induction au fluothane est très confortable, elle est obtenue avec douceur pour des concentrations de 2 à 3 % de fluothane dans l'oxygène.

Mais si on fait une induction anesthésique au fluothane sans adjonction d'oxygène, c'est-à-dire avec un appareil "Draw-over", fonctionnant avec la ventilation propre du malade, il est nécessaire d'utiliser des concentrations plus élevées, ce qui a comme conséquence d'augmenter les risques cardiovasculaires. Il faut éviter de dépasser 2 % en faisant une induction lente, pouvant durer 10 à 20 minutes, ce qui permet à l'anesthésiste d'éviter les conséquences circulatoires dangereuses des concentrations élevées.

Chez un sujet non choqué, l'induction peut être menée de façon beaucoup plus rapide avec des pourcentages de 4 à 5 %, à condition de suivre l'évolution de la tension artérielle qui baisse toujours de 1 à 3 cm de mercure. Ces concentrations élevées ne doivent pas être utilisées par des auxiliaires paramédicaux.

Dans quelques cas on observe une période d'agitation qui est en général de courte durée.

Les différentes sécrétions, salivaires, muqueuses, gastriques ainsi que les vomissements et les réflexes tussigènes sont supprimés dès le début de l'induction.

Afin d'obtenir les meilleures conditions opératoires, il est essentiel d'atteindre la concentration sanguine optima d'anesthésique pendant l'induction et de maintenir ce taux tout au long de l'anesthésie.

Pour une anesthésie chirurgicale, cette concentration est d'environ 20 mg de fluothane pour 100 ml de sang.

Ce taux sera obtenu pendant l'induction avec un volume de 800 ml de vapeur de fluothane et on le maintiendra avec 30 ml par minute. Le fluothane pouvant être administré en toute sécurité à des concentrations relativement élevées, il est possible d'arriver à la concentration sanguine optima avec rapidité et douceur.

d) Le réveil est rapide, les opérés présentent les premières manifestations de reprise de conscience dans les 10 minutes qui suivent l'arrêt de l'anesthésie et la conscience est souvent entière quelques minutes après; les réflexes de déglutition et de toux apparaissent très rapidement, les nausées et les vomissements post-opératoires sont exceptionnels (54, 55).

Pendant la période de réveil, l'anesthésiste peut agir sur la ventilation alvéolaire du patient en respiration assistée et obtenir une augmentation de l'élimination de l'anesthésique.

G. TORRI, G. DAMIA et L. TARENZI (141) ont étudié le rôle de la ventilation et du débit sanguin pulmonaire dans l'élimination des anesthésiques en phase gazeuse. Ils ont montré qu'un gaz anesthésique était d'autant plus rapidement éliminé au niveau des alvéoles pulmonaires que son coefficient de solubilité tendait vers 1,15.

Le fluothane dont le coefficient de solubilité est de 2,3 sera plus vite éliminé que l'éther (coefficient de solubilité = 15,2) ou le penthrane (coefficient de solubilité = 13,0) (Fig. 2).

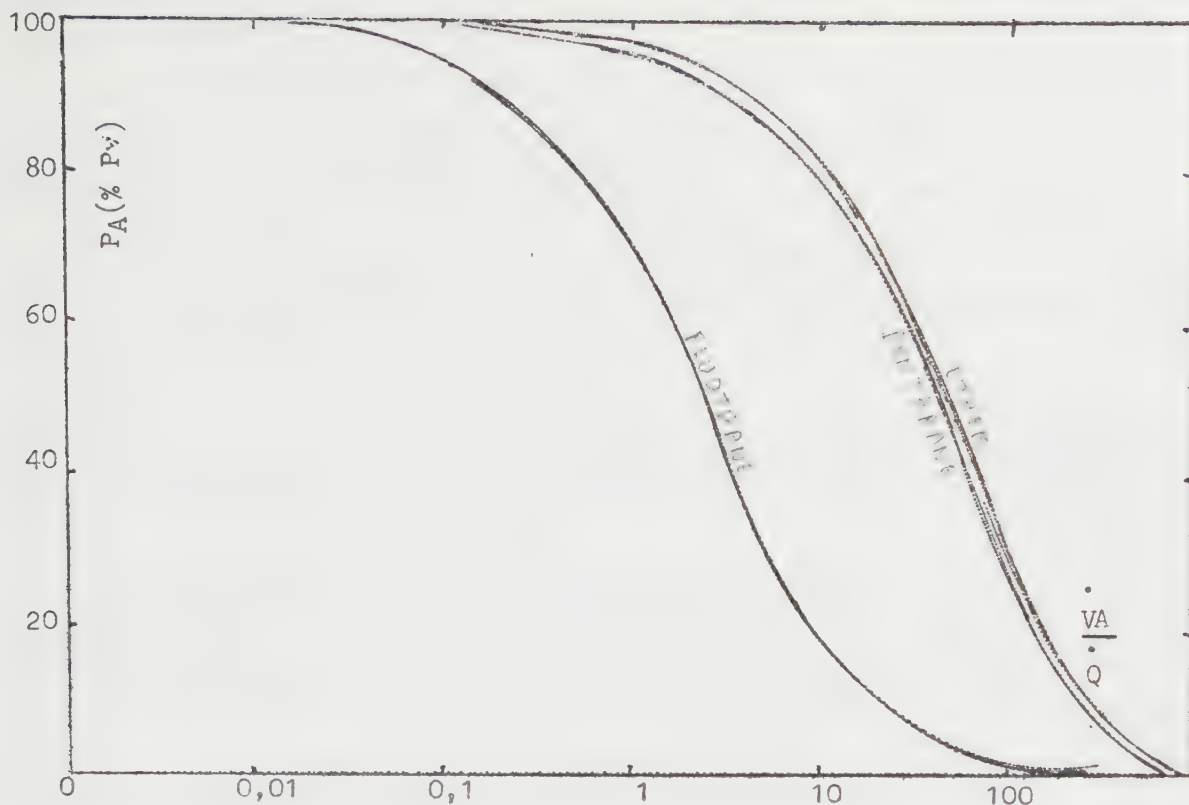


Fig. 2

Pression partielle des anesthésiques au niveau alvéolaire (P_A) exprimée en % de la pression partielle du sang veineux mélangé (P_V) en fonction du rapport Ventilation/Perfusion (V_A/Q) des anesthésiques en phase gazeuse aux divers coefficients de solubilité du sang.

III - Inconvénients du fluothane

Ils sont dus surtout à son action cardiovasculaire (10, 15, 16, 25, 107, 117, 122, 146).

C'est un agent qui produit une vasodilatation entraînant une hypotension artérielle.

La vasodilatation persiste tout au long de l'anesthésie mais la tension artérielle se relève au moment où la concentration de vapeur est diminuée pour le simple maintien de l'anesthésie.

Par la suite, la pression artérielle reste constante, en général au-dessous du chiffre constaté avant l'intervention, à moins que la profondeur de l'anesthésie ne se modifie.

Presque immédiatement après l'arrêt du fluothane, la pression artérielle revient à son niveau pré-opératoire sans augmentation du rythme cardiaque pendant la période de réveil.

Rappelons enfin que les patients anesthésiés au fluothane sont très sensibles à l'action d'un hypotenseur et à l'effet ganglioplégique de la D. Tubocurarine.

Le Fluothane provoque une bradycardie variable, mais cette bradycardie est beaucoup moins nette lorsqu'une administration d'atropine précède l'induction.

Le fluothane entraîne une réduction du débit cardiaque. Cette réduction est proportionnelle à la concentration de fluothane. Il faut donc éviter de dépasser une concentration de 2 % en faisant une induction lente.

IV - Action du fluothane sur l'appareil respiratoire

Le fluothane a la même action sur l'appareil respiratoire que les autres anesthésiques (13). De plus l'action du fluothane sur la musculature bronchique facilite incontestablement l'insufflation manuelle.

Des concentrations élevées de fluothane dépriment les mouvements respiratoires des muscles thoraciques avant ceux du diaphragme.

Un surdosage entraîne un arrêt respiratoire qui précède toujours l'arrêt cardiaque. Cependant l'arrêt respiratoire produit par le fluothane est facilement réversible et les mouvements respiratoires redeviennent habituellement normaux après quelques minutes de ventilation artificielle.

V - Action du fluothane sur le foie (122)

La toxicité hépatique du fluothane n'est pas plus importante que celle des autres produits (110) et est en partie liée à l'hypoxie per-opératoire (119). A ce propos les travaux de la Sous-commission de l'Etude Nationale sur l'Halothane entreprise aux Etats-Unis (92) ont montré :

- que l'halothane n'avait pas de toxicité hépatique particulièrement marquée
- que les lésions hépatiques préexistantes n'étaient pas aggravées par l'anesthésie à l'halothane.

Les principales conclusions sur l'incidence hépatique de l'anesthésie au fluothane, pratiquée dans 34 hôpitaux pendant la période 1959-1962, sur les nécroses hépatiques post-opératoires furent les suivantes :

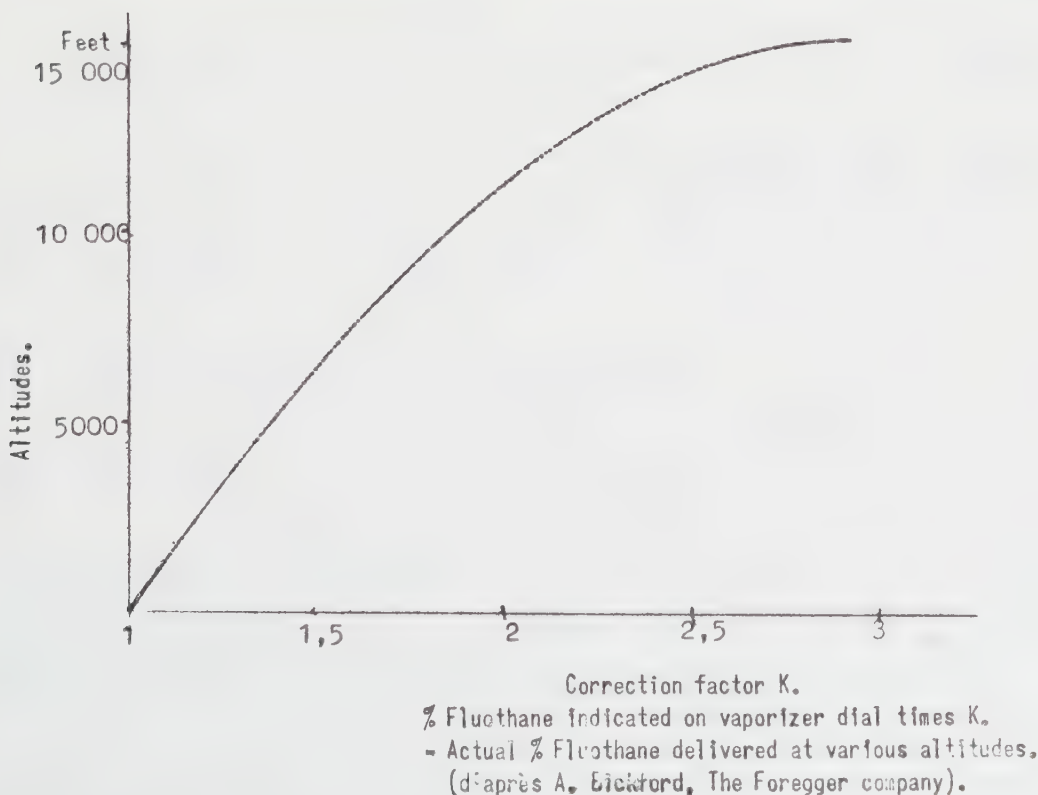
- les nécroses hépatiques massives et mortelles post-opératoires sont rares
- la mortalité post-opératoire a été de 1,87 % chez les sujets endormis à l'halothane, contre 1,93 % pour les autres anesthésiques.

LITTLE (79) estime quant à lui que le nombre d'anesthésies à l'halothane délivrées jusqu'en 1967 est d'environ 50 millions, et qu'aucun rapport clinique contrôlé ne permet d'envisager une toxicité appréciable.

A. GALINDO, G.F. BRINDLE et R.G.B. GILBERT (48) en étudiant la circulation et la fonction hépatiques pendant l'anesthésie et la chirurgie, n'ont observé aucune lésion hépatique après emploi de l'halothane dans les conditions normales.

Ce travail confirme l'absence de toxicité de l'halothane.

VI - Le problème de l'évaporation de l'halothane à haute altitude (51)



Les agents volatils et l'halothane en particulier vaporisent plus aisément à haute altitude parce que leur point d'ébullition est alors abaissé. Ils doivent donc y être administrés à des concentrations plus importantes qu'au niveau de la mer, afin de maintenir une pression partielle suffisante pour l'anesthésie.

L'anesthésiste travaillant en haute altitude (au-delà de 2.000 m) devra toujours se souvenir qu'il doit apprécier la profondeur de l'anesthésie au fluothane d'après les signes cliniques et non d'après les concentrations indiquées par l'évaporateur.

VII - Action de l'halothane sur l'équilibre acide-base

G. ROLLY (121) a procédé à l'étude comparée de l'influence du "fluothane" et du "méthoxyflurane" sur l'acidose métabolique per-anesthésique en prélevant des échantillons de sang immédiatement après l'induction et à la fin de l'anesthésie pour déterminer les titres de bicarbonates et de bases.

Une acidose métabolique s'est manifestée pendant l'anesthésie au méthoxyflurane en respiration spontanée ou assistée.

Pendant l'anesthésie à l'halothane, l'acidose respiratoire ne se manifeste qu'en respiration spontanée et est inexistante en respiration assistée.

Il n'y a donc qu'une tendance très faible à l'acidose respiratoire et métabolique chez les sujets anesthésiés au fluothane.

Rolly confirme donc une observation déjà faite par d'autres auteurs, à savoir la tendance à l'acidose respiratoire et métabolique chez les sujets anesthésiés au méthoxyflurane.

VIII - L'anesthésie au fluothane chez le choqué (61, 43)

Différents auteurs estiment que le fluothane apporte des avantages particuliers pour l'anesthésie à des sujets choqués ou en danger de choc.

- JOHNSTONE (1958) a remarqué (67) que le syndrome de choc qui se manifeste par une tachycardie sinusale, une hypotension, une vasoconstriction, des sueurs et une reprise de conscience retardée, n'avait jamais été rencontré pendant ou dans la suite immédiate de l'anesthésie au fluothane.

Les agents volatils et l'halothane en particulier vaporisent plus aisément à haute altitude parce que leur point d'ébullition est alors abaissé. Ils doivent donc y être administrés à des concentrations plus importantes qu'au niveau de la mer, afin de maintenir une pression partielle suffisante pour l'anesthésie.

L'anesthésiste travaillant en haute altitude (au-delà de 2.000 m) devra toujours se souvenir qu'il doit apprécier la profondeur de l'anesthésie au fluothane d'après les signes cliniques et non d'après les concentrations indiquées par l'évaporateur.

VII - Action de l'halothane sur l'équilibre acide-base

G. ROLLY (121) a procédé à l'étude comparée de l'influence du "fluothane" et du "méthoxyflurane" sur l'acidose métabolique per-anesthésique en prélevant des échantillons de sang immédiatement après l'induction et à la fin de l'anesthésie pour déterminer les titres de bicarbonates et de bases.

Une acidose métabolique s'est manifestée pendant l'anesthésie au méthoxyflurane en respiration spontanée ou assistée.

Pendant l'anesthésie à l'halothane, l'acidose respiratoire ne se manifeste qu'en respiration spontanée et est inexistante en respiration assistée.

Il n'y a donc qu'une tendance très faible à l'acidose respiratoire et métabolique chez les sujets anesthésiés au fluothane.

Rolly confirme donc une observation déjà faite par d'autres auteurs, à savoir la tendance à l'acidose respiratoire et métabolique chez les sujets anesthésiés au méthoxyflurane.

VIII - L'anesthésie au fluothane chez le choqué (61, 43)

Différents auteurs estiment que le fluothane apporte des avantages particuliers pour l'anesthésie à des sujets choqués ou en danger de choc.

- JOHNSTONE (1958) a remarqué (67) que le syndrome de choc qui se manifeste par une tachycardie sinusale, une hypotension, une vasoconstriction, des sueurs et une reprise de conscience retardée, n'avait jamais été rencontré pendant ou dans la suite immédiate de l'anesthésie au fluothane.

Considérant que le maintien de la masse sanguine est le facteur le plus important pour prévenir ou traiter l'état de choc, Johnstone estime que la propriété du fluothane de dilater le lit vasculaire périphérique apporte un avantage considérable.

Même chez des patients déjà choqués par de graves lésions intestinales (plaies de l'abdomen), la dilatation veineuse apparaît 2 ou 3 minutes après l'induction de l'anesthésie et permet de restaurer facilement la masse sanguine par transfusions.

- NOCAVERO et LOTTI (1963) ont comparé l'action du fluothane et de l'éther sur l'excrétion urinaire des 17 céto-stéroïdes (91), estimant que cette excrétion est une mesure du stress auquel le malade a été soumis. Ils ont constaté que si l'excrétion des 17 céto-stéroïdes était augmentée par l'éther, le fluothane la diminuait.

Ils en ont conclu que le fluothane est spécialement indiqué pour prévenir ou réduire le choc, qu'il soit traumatique ou opératoire. Mais cette opinion demeurerait très controversée.

- Dans une première série d'expériences (142), E. VAJS, V. REBER-NISAK et D. PANTELIC ont étudié les effets de l'anesthésie par l'halothane et de l'hypothermie sur la survie de chiens soumis à une hémorragie aiguë.

Les résultats de leurs investigations suggèrent que l'anesthésie par l'halothane peut influencer défavorablement la survie de ces chiens, mais que l'effet défavorable de l'halothane est dans une certaine mesure compensé par l'hypothermie.

- Dans une deuxième série d'expériences, D. PANTELIC et E. VAJS (101) ont montré que l'anesthésie par l'halothane n'influait probablement pas la survie de chiens soumis à une hypotension post-hémorragique contrôlée suivie d'une retransfusion.

- G.P. NOVELLI, M. ZAMPOLINI, A. CELIBERTI, C. CORTESINI, E. PAGNI (1966) ont étudié l'halothane comme médicament anti-adrénergique dans le traitement du choc (98).

Ce traitement doit comporter une inhibition de la réponse des récepteurs vasculaires périphériques aux agents vasoconstricteurs.

L'halothane - qui déprime la sécrétion des catécholamines et qui soustrait au moins en partie, les structures vasculaires périphériques aux effets des amines adrénergiques circulantes, maintenant un flux sanguin capillaire satisfaisant - permettrait selon ces auteurs de prévenir et de traiter le choc.

Le seul inconvénient grave de l'halothane comme drogue antichoc est d'être un anesthésique général dont l'emploi doit être limité aux patients qui doivent être opérés.

Dans cette optique, il pourrait être considéré comme l'anesthésique d'élection. Cependant ces derniers auteurs pensent que l'emploi de l'halothane chez les choqués doit amener un certain espoir et quelques réserves.

Ces réserves concernent le fait que l'halothane peut provoquer ou accentuer une hypotension qui peut être la cause de lésions neurologiques chez les patients dont les artères sont scléreuses, ce qui ne sera pas souvent le cas en anesthésie de guerre où les blessés sont jeunes.

L'espoir tend vers le fait que l'halothane doit être employé dans des limites précises de concentrations pour assurer l'effet maximum sans risquer d'entrer en anesthésie d'une profondeur incontrôlable. Il faut aussi disposer de quantités suffisantes de sang de façon à ce que la dilatation vasculaire produite par l'halothane puisse être rapidement et efficacement compensée.

*

* *

CHAPITRE VI

LE CHOIX DU MATERIEL

D'après les impératifs qui viennent d'être envisagés pour les techniques de l'anesthésie en temps de guerre, il découle que l'appareillage à proposer devra lui aussi répondre à un certain nombre de critères (112, 116) :

1) Il devra pouvoir utiliser l'air atmosphérique, l'adjonction d'oxygène étant préférable mais non indispensable au fonctionnement même de l'appareil.

2) Il devra comporter une assistance respiratoire efficace au soufflet ou au ballon autostatique.

3) Il devra fonctionner exclusivement en système ouvert, ce qui va de pair avec l'emploi de l'air ambiant et supprime donc le système d'épuration du gaz carbonique expiré.

4) Il devra comporter une valve antiretour efficace, compatible avec l'assistance respiratoire manuelle sans manipulations complexes ou incommodes.

5) L'appareil devra être muni d'un évaporateur à liquide anesthésique volatil, calibré de façon précise, ce qui est indispensable pour l'administration du fluothane.

La calibration doit être établie pour des conditions thermiques et climatiques d'une assez grande diversité (entre 15° et 40°C).

6) L'appareillage devra être robuste, son emploi devant être possible dans des conditions difficiles.

Le poids et l'encombrement seront limités, permettant éventuellement le transport par un seul homme.

7) Ces appareils devront être d'apprentissage et de maniement faciles car ils pourront être éventuellement confiés à des auxiliaires rapidement formés.

8) Enfin l'utilisation de l'appareil ne doit jamais représenter un risque pour le malade qui y est soumis.

Si l'on s'en tenait aux conditions d'encombrement, l'appareil d'Ombredanne serait idéal, seulement il est vétuste, ne permet pas l'assistance respiratoire et le pourcentage de contrôle des vapeurs en fluothane est d'une imprécision manifeste.

Aussi allons-nous envisager des matériels plus modernes utilisant l'éther, le fluothane et le penthrane.

Nous avons vu que l'éther était de moins en moins accepté aujourd'hui en tant qu'anesthésique, tout au moins pour l'induction. Aussi les appareils d'anesthésie n'utilisant que l'éther sont-ils de plus en plus rares actuellement, car un certain nombre d'évaporateurs à fluothane permettent l'emploi de l'éther grâce à une échelle de conversion des concentrations distribuées.

Le fluothane est d'un maniement plus délicat que l'éther et on ne peut le laisser employer par des personnels non spécialisés sans certaines précautions.

Son emploi n'est possible qu'avec un évaporateur de bonne qualité car les pourcentages d'halothane dans le mélange anesthésique sont compris entre 0,5 % et 3 % en pratique, et les surdosages peuvent être rapides.

Le penthrane a une évaporation plus difficile que celle de l'halothane. Sa lenteur d'action l'assimile un peu à l'éther mais sa tolérance par le malade est bonne, ce qui rend l'induction moins ennuyeuse.

Il est difficile à employer dans les cuves à éther usuelles de qualité médiocre.

I - L'EVAPORATEUR E.M.O.

"Epstein - MacIntosh - Oxford Vaporizer"
(25, 45, 76, 99)

Il s'agit d'un appareil relativement complexe dont la mise au point est le fruit de nombreuses années de recherches et qui a obtenu un large succès mondial.

L'évaporateur fut primitivement destiné à l'emploi de l'éther, mais on aménagea assez vite des versions de cet appareil pour l'halothane, le mélange azéotrope de fluothane et d'éther ainsi que pour le trichloréthylène.

L'évaporateur à éther pèse à vide 5,5 kg et 7 kg environ avec son enveloppe d'eau.

Son principe repose sur l'évaporation contrôlée de l'éther grâce à un compensateur thermique incorporé automatique complété par une enveloppe d'eau qui évite l'abaissement trop brutal de la température, provoqué par l'évaporation. L'appareil est muni d'un cadran avec une échelle indicatrice porteuse de repères colorés rouge et noir dont la signification est la suivante :

- la disparition de l'échelle signifie que les conditions thermiques d'emploi sont trop basses;
- l'apparition du repère noir signifie que les conditions thermiques sont à leur valeur optimum ;
- l'apparition des deux repères noir et rouge signifie que la température ambiante est trop élevée.

Mais ce dernier cas est rare, même sous les tropiques.

Le pourcentage de vapeurs d'éther distribuées est réglable entre 0 et 20 % pour des températures ambiantes de 15°C à 31°C.

L'air ambiant peut être employé comme gaz vecteur sans abaissement trop important de la pression partielle de l'oxygène dans le sang car les pourcentages habituellement délivrés en anesthésie s'étagent de 4 % à 15 %.

La capacité minimum indiquée est de 150 ml. Ce niveau de base est marqué par la lettre E sur la cuve. Il ne faut pas dépasser le niveau de remplissage marqué par la lettre F.

Un évaporateur E.M.O. rempli d'éther au-dessus du niveau de base délivre des pourcentages d'éther de 20 % à la cadence de 4 à 12 litres par minute.

L'assistance respiratoire est assurée soit par le système de soufflet O.I.B. (Oxford - Inflating - Bellows) assez encombrant, soit par le montage d'un ballon AMBU sur l'entrée de la cuve. Cet appareil est cependant assez lourd et il est nécessaire de vider l'enveloppe d'eau pour le transport.

La version E.M.O. Halothane

Il s'agit d'une adaptation de l'E.M.O. Ether. Il a fallu construire un nouvel évaporateur car l'appareil à éther était fabriqué en métal léger, attaqué par l'halothane.

Cette version de l'appareil E.M.O. pèse 10 kg. L'évaporateur a une capacité de 450 ml, ce qui était idéal pour l'éther, mais qui est trop grand pour l'halothane qu'on utilise en moindre quantité. Il peut fonctionner indifféremment avec le fluothane et le mélange azéotrope éther/fluothane.

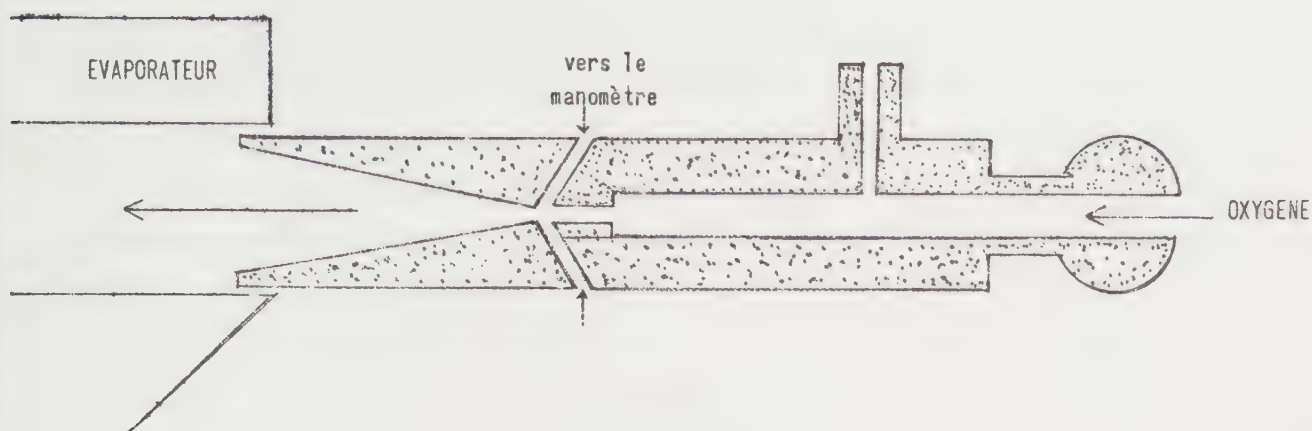
L'E.M.O. est un appareil exactement calibré qui possède un compensateur thermique.

Il est robuste et simple, travaillant sur le principe "draw over", c'est-à-dire que le patient inspire l'air qui a traversé l'appareil.

Il est normalement employé avec un système de valves non retour et de petits soufflets tels que les O.I.B. ("Oxford Inflating Bellows").

On peut lui adjoindre un injecteur d'air comprimé ou d'oxygène qui entraîne un courant d'air à travers l'appareil (46).

Ce dispositif s'adapte à l'entrée d'air de l'évaporateur et délivre un flux total de gaz de 10 litres par minute.



On peut utiliser n'importe quelle source de gaz comprimé : bouteilles, tuyaux ou compresseur, mais il est préférable d'employer des bouteilles d'oxygène.

Si on emploie l'air comprimé et l'éther, le mélange est inflammable mais non détonant (MacIntosh, Mushin, Epstein 1964), aussi faut-il prendre des précautions.

Ce dispositif a les avantages requis pour l'emploi dans les conditions de dénuement : il n'est pas cher à l'achat, économique à l'entretien, sûr et simple.

KHANDEKAR et RAMA RAO (71) ont étudié la possibilité d'utiliser le méthoxyflurane dans l'appareil E.M.O. Ether.

Le débit maximum de méthoxyflurane dans l'E.M.O. reste constant à 1,6 %.

Lorsque les conditions extérieures interdisent l'emploi de l'éther, il n'y a aucun inconvénient à utiliser le méthoxyflurane dans l'E.M.O., cet anesthésique étant comparable à l'éther par l'induction, le maintien de l'anesthésie et le réveil qu'il procure.

L'E.M.O. n'a pas l'encombrement des cuves BOYLE. De plus, l'emploi du penthrane dans l'E.M.O. ne pose pas de problèmes importants pour l'entraînement des anesthésistes à cette méthode.

II - LE LOOSCO ETHER AIR (116)

Cet appareil a été mis au point par l'Armée Royale Néerlandaise. Plus lourd que l'E.M.O., il assure par compensation thermique et chemise d'eau, des conditions de vaporisation voisines de l'évaporateur E.M.O. entre 14° et 25°C délivrant de 0 à 20 % d'éther. Il est d'entretien et d'une utilisation pratique plus facile que son concurrent britannique, car il est en un seul colis.

III. LE P.D.V.

"Penlon Draw-over Vaporizer"

Cet évaporateur est plus petit que l'E.M.O. (poids 5 kg). Construit en acier inoxydable, il est muni d'un compensateur thermique. Il fut primitivement destiné à l'halothane dont il indique les concentrations jusqu'à 6 % (21).

La précision de l'échelle de lecture est de 10 %.

Dans les conditions de ventilation normale, il débite de 4 à 14 litres par minute.

Les autres agents volatils peuvent être utilisés dans cet évaporateur avec les concentrations approximatives suivantes :

- éther maximum 15 %
- méthoxyflurane maximum 1,25 %.

Pour le mélange azéotrope, le trichloréthylène et le chloroforme, il existe une échelle de conversion avec un facteur de multiplication qui est de :

- 0,9 pour le mélange azéotrope
- 0,3 pour le trichloréthylène
- 0,6 pour le chloroforme.

Le facteur de conversion du méthoxyflurane pour l'éther est de 10.

Quand on change de produit, l'évaporateur doit être lavé par un courant d'oxygène pur jusqu'à ce que la dernière trace de l'agent précédemment employé soit éliminée.

Si on utilise l'éther après le penthrane, il faut seulement laver l'évaporateur avec un peu d'éther qui sera ensuite jeté.

Le P.D.V. peut alors être rempli avec de l'éther et se trouve de nouveau prêt à servir.

IV - L'O.M.V.

"Oxford Mini Vaporizer"

L'O.M.V. fut conçu pour répondre aux conditions de l'anesthésie dans les circonstances difficiles (106) car il est simple, facilement transportable (poids 1 kg) et il délivre des concentrations exactes pendant un temps déterminé.

Destiné au début à faciliter l'induction à l'halothane de l'appareil E.M.O., il fut employé avec divers agents volatils, en ventilation contrôlée et ensuite comme évaporateur dans un ensemble anesthésique complet.

Bien qu'il ait subi quelques modifications, l'O.M.V. reste essentiellement une unité d'induction.

La thermocompensation est assurée par une chemise d'eau scellée de 70 ml suffisante pour que la température de la cuve ne descende pas de 5° au-dessous de la température ambiante pendant l'évaporation d'une charge anesthésique.

L'O.M.V. est remarquablement précis aux températures ambiantes de 20° à 25°C et il débite de 4 à 10 litres par minute. Si la température extérieure atteint 30°C, l'échelle de lecture graduée de 0 à 3,5 % doit subir une correction supérieure de $1/4$ par rapport à l'échelle normale.

Cet évaporateur permet l'emploi du chloroforme et du trichloréthylène par simple conversion à l'échelle d'étalonnage.

Les facteurs de conversion pour ces drogues sont respectivement de $2/3$ et $1/3$, mais il faut bien nettoyer la cuve si on change d'anesthésique.

Le rendement de l'O.M.V. en fluothane avec la ventilation assistée est excellent (il est peu altéré par les pressions positives).

L'appareil est sensible à la vitesse du flux délivrant des concentrations anesthésiques avec un maximum d'exactitude pour un débit compris entre 5 et 8 litres par minute.

L'inconvénient de ce système tient à sa limitation pratique par la faible contenance de l'évaporateur (20 ml) et il ne permet que des actes chirurgicaux très limités, car la durée d'anesthésie n'excède pas 30 minutes à une concentration de 1 % et elle est réduite à 12 ou 15 minutes si on a mis une concentration de 3 % à l'induction.

V - L'EVAPORATEUR GOLDMANN

L'installation d'un ballon type AMBU et d'une valve antiretour sur une cuve GOLDMANN permet d'obtenir un dispositif qui délivre des concentrations d'halothane jusqu'à 2,3 % sous des conditions normales, mais en fait il ne peut délivrer des concentrations suffisantes pour permettre une induction par inhalation rapide et surtout l'incertitude du réglage de cet évaporateur rend son emploi dangereux dans les conditions où nous sommes placés.

VI - LE CATO

L'appareil CATO DRAEGER

utilise l'éther. Il est employé par la Bundeswehr où il est en cours de remplacement.

C'est un modèle extrapolé de l'E.M.O. perfectionné, mais lourd.

Le CATO HALOTHAN

Il s'agit de la modification de l'ancienne cuve CATO de DRAEGER pour l'emploi du fluothane (116).

L'ensemble d'anesthésie comprend un système économiseur d'oxygène automatique et l'évaporateur auquel est adjoint un système d'assistance respiratoire.

L'économiseur d'oxygène est constitué par un Venturi alimenté par une bouteille d'oxygène de 5 litres sous une pression de 200 bars. Ce Venturi enrichit automatiquement l'air atmosphérique à 30 % d'oxygène. Le débit-mètre n'indique que le chiffre du mélange total air/oxygène.

La cuve évaporatrice est constituée par une cuve centrale d'eau, entourée d'un réservoir circulaire d'anesthésique. C'est une combinaison de l'ancienne cuve à éther et de certains éléments de la cuve VAPOR.

L'admission du mélange air/oxygène se fait par un système de robinet à trois voies.

L'admission du flux ventilant la cuve est libre, par des chicanes circulaires qui obligent à un contact prolongé des gaz avec les mèches. Le bouton de commande porte une abaque tournante qui permet de fixer les pourcentages choisis en fonction de variations thermiques allant de 15 à 30°C par lecture du thermomètre plongeant dans l'eau.

Cet évaporateur est très sûr pour le fonctionnement en "draw-over" et en ventilation continue.

Ce montage a donc été réalisé pour pouvoir être éventuellement confié à des personnels rapidement formés et la recherche de la précision a donc été très poussée.

VII - AGA ANESTOR MILITAR

Cet appareillage comporte deux débitmètres (oxygène et protoxyde d'azote) qui alimentent un évaporateur polyvalent utilisant l'éther, le fluothane et le méthoxyflurane. Le socle de l'appareil comprend un système économiseur d'oxygène.

Un robinet à trois voies situé entre l'évaporateur et les rotamètres commande l'entrée d'air.

L'assistance respiratoire est assurée par un ballon AGA plus rigide que le ballon AMBU et ne permettant pas la sensation manuelle de la ventilation spontanée car il est monté en dérivation sur le circuit.

Le système AGA présente un certain nombre d'inconvénients dûs au choix de l'évaporateur :

- la cuve AGA Socsil n'a aucun moyen de compensation thermique,
- cet évaporateur "draw-over" n'est pas fidèle en ventilation continue
- le réglage est imprécis, ce qui ne pose pas de grandes difficultés si on utilise l'éther, mais c'est incompatible avec l'emploi de fluothane. Il semble difficile d'employer le méthoxyflurane dont la volatilité est très faible.

L'AGA Anestor est un appareillage très rustique qui ne peut être confié à des personnels peu spécialisés.

VIII - LE PORTABLEASE

Cet ensemble anesthésique se présente sous la forme de trois modèles : A, B et C, comprenant l'évaporateur "Blease Univap" et son unité de commande polyvalente qui permet l'emploi de la plupart des agents anesthésiques inhalés.

- Le modèle A comporte l'évaporateur et une unité de soufflets.

- Le modèle B comprend l'évaporateur, une unité de soufflets et permet l'adjonction d'oxygène à partir d'un petit cylindre porteur d'une valve réduisant le débit.

- Le modèle C est un appareillage complet se composant de l'évaporateur, d'une unité de soufflets avec une valve à pression positive, d'une valve d'entrée air et oxygène et d'un débitmètre de protoxyde d'azote.

Le poids total du portablease complet est de 10,8 kg. Son encombrement (0,52 x 0,52 x 0,26 m) est plus important que celui d'un appareil voisin, le "Fluoxair" que nous étudierons plus loin.

L'évaporateur "Blease Univap" dérive du "Gardner Universal Vaporizer", mais il a été complètement redessiné, car cette première version qui a laissé des impressions défavorables, ne convenait pas en particulier à l'emploi du fluothane.

LE FLUOXAIR PRÊT À L'EMPLOI

FIG. 1

200 000



La polyvalence de l'évaporateur actuel est assurée par un ingénieux système de cames interchangeable.

Il existe actuellement trois modèles de cames pour l'halothane, le penthrane et l'éther, les autres ayant été abandonnées.

Le seul inconvénient présenté par ces cames est qu'elles sont très petites et peuvent donc être facilement égarées.

Les cames agissent sur un levier qui commande les cylindres concentriques ajourés réglant le volume de sortie de l'évaporateur. Le bouton presseur enclenchant la manoeuvre de la came ouvre l'entrée des gaz dans la cuve. Ce système est actuellement d'un fonctionnement sûr, d'autant plus que l'élément thermocompenseur (qui agit lui aussi sur les cylindres ajourés) a été complètement modifié.

La concentration en vapeur des émissions, la résistance aux courants respiratoires et le rendement de la respiration à travers le dispositif ont été étudiés par A.J. HERRIFIELD, D.W. HILL et K. SMITH (89).

Des tests ont été pratiqués dans des conditions variables du milieu, telles que des changements de la pression atmosphérique et de la température ambiante.

La résistance respiratoire fut mesurée avec une valve "Heidbrink" et avec une valve "Ruben" :

- avec la valve "Heidbrink" elle s'élève à 4,8 cm d'eau à un débit continu de 50 litres/minute et ceci est plutôt élevé
- avec la valve "Ruben" elle s'élève à 6,5 cm d'eau, ce que certains anesthésistes peuvent trouver inacceptable.

Les résistances à l'expiration sont essentiellement fonction des qualités de la valve expiratoire.

Le travail de la respiration fut évalué lui aussi avec une valve "Heidbrink" et avec une valve "Ruben" :

- avec la valve "Heidbrink" il est trouvé égal à 56 kg cm/minute à un volume de 8 litres/minute;
- avec la valve "Ruben" il est de 125 kg cm/minute.

Le calibrage de cet évaporateur et la résistance de cet appareil sont acceptables pour l'anesthésie dans les circonstances difficiles.

L'évaporateur est polyvalent certes, mais l'appareil est encombrant. Surtout, on ne peut incliner l'évaporateur de plus de 15° sans danger d'augmenter les concentrations distribuées.

IX - LE FLUOXAIR

Le Fluoxair est un ensemble d'anesthésie complet (20, 21) répondant aux critères que nous avons énoncés quant à la conception d'un matériel permettant d'administrer l'anesthésie en temps de guerre ou dans les circonstances difficiles.

C'est un appareillage robuste, portatif, d'encombrement limité (0,31 x 0,23 x 0,32 m) dont le poids varie de 8 à 12 kg selon les conditionnements.

L'élément principal est la cuve "A.E. low-resistance vaporizer" dérivée de la cuve "Fluotec" dont elle conserve l'aspect extérieur; mais cet évaporateur a été complètement modifié de façon à permettre son emploi en système "draw-over".

L'évaporateur est exactement calibré, ce qui est la condition principale de l'emploi du fluothane. Il assure donc une précision satisfaisante, mais il est préférable pour l'entretien de l'anesthésie de préférer des concentrations légèrement inférieures à celles qu'indique l'étalonnage, au moins pour des ventilations inférieures à 8 litres/minute.

L'orifice d'entrée de la cuve est situé à distance de la boîte de prise d'air et ne peut être confondu avec elle.

La cuve a une capacité de 70 ml et sa résistance est faible, n'excédant pas 3 cm d'eau.

Le travail total de la respiration a un débit de l'ordre de 8 litres/minute et de 22 kg cm/minute (89).

Le rendement du Fluoxair a une pression de 3 atmosphères, peut être légèrement modifié, mais la réduction de 0,5 % de vapeur anesthésique sur le bouton de commande compense approximativement cette modification.

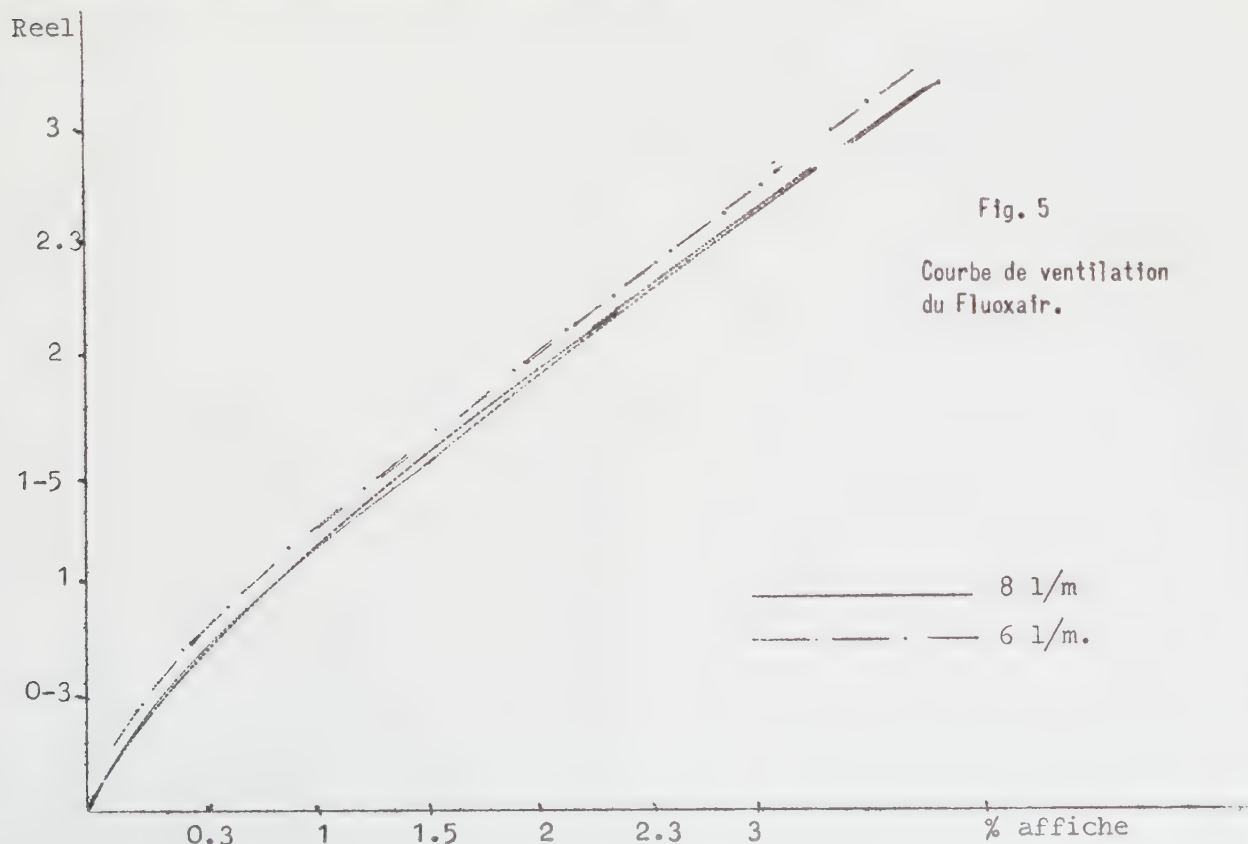
Le Fluoxair peut présenter une chute de débit en atmosphère très humide, mais celui-ci n'est pas altéré par les diverses températures ambiantes.

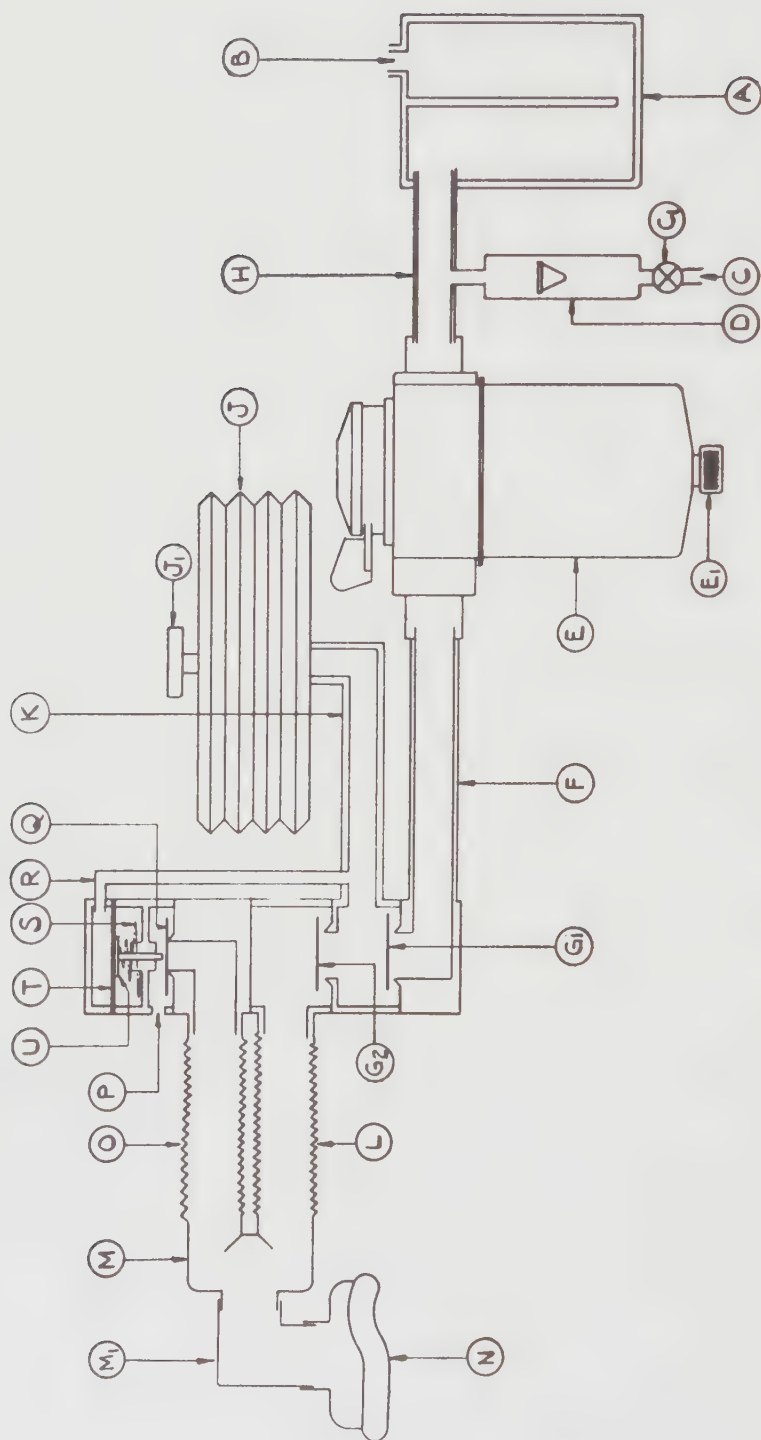
Bien qu'étant destiné avant tout à l'emploi du fluothane, le Fluoxair peut être utilisé avec le chloroforme et avec l'éther, à condition de bien nettoyer la cuve du liquide anesthésique précédemment employé et de changer le bouton de commande pour le chloroforme.

L'assistance respiratoire est rendue possible par un soufflet qui permet la sensation manuelle des mouvements respiratoires du patient. Il faut éviter d'insuffler un volume courant excessif et d'augmenter le rythme respiratoire, car pour des pressions supérieures à 15 cm d'eau, l'assistance au ballon monté en amont de l'évaporateur risque d'accroître sensiblement les concentrations.

La valve expiratoire n'entraîne aucune gêne expiratoire, elle n'est pas sensible à l'humidité.

Il est possible de monter un spiromètre de Wright avant la valve expiratoire pour contrôler la ventilation.





(Fig. 6) Schéma de fonctionnement de l'appareil "FLUOXAIR"

Nous allons maintenant étudier le principe de fonctionnement général de l'appareil et le dispositif de la chambre de vaporisation.

Description générale

1) Respiration spontanée uniquement à l'air

. Lorsque le patient inspire, l'air est aspiré à partir de l'économiseur d'oxygène (A), le vaporisateur de fluothane (E), les valves (G_1 et G_2), le tube annelé (L) et le masque (N).

Le soufflet (J) est muni d'un ressort intérieur comme tous les soufflets d'Oxford.

On ne tiendra pas compte du faible pourcentage du volume inspiré provenant de ce soufflet.

- Quand le malade expire, le clapet anti-retour (G_2) se ferme et toute l'expiration s'échappe par la valve (Q) qui est libre..

Il n'y a donc aucune possibilité de "réinspiration" de l'air expiré.

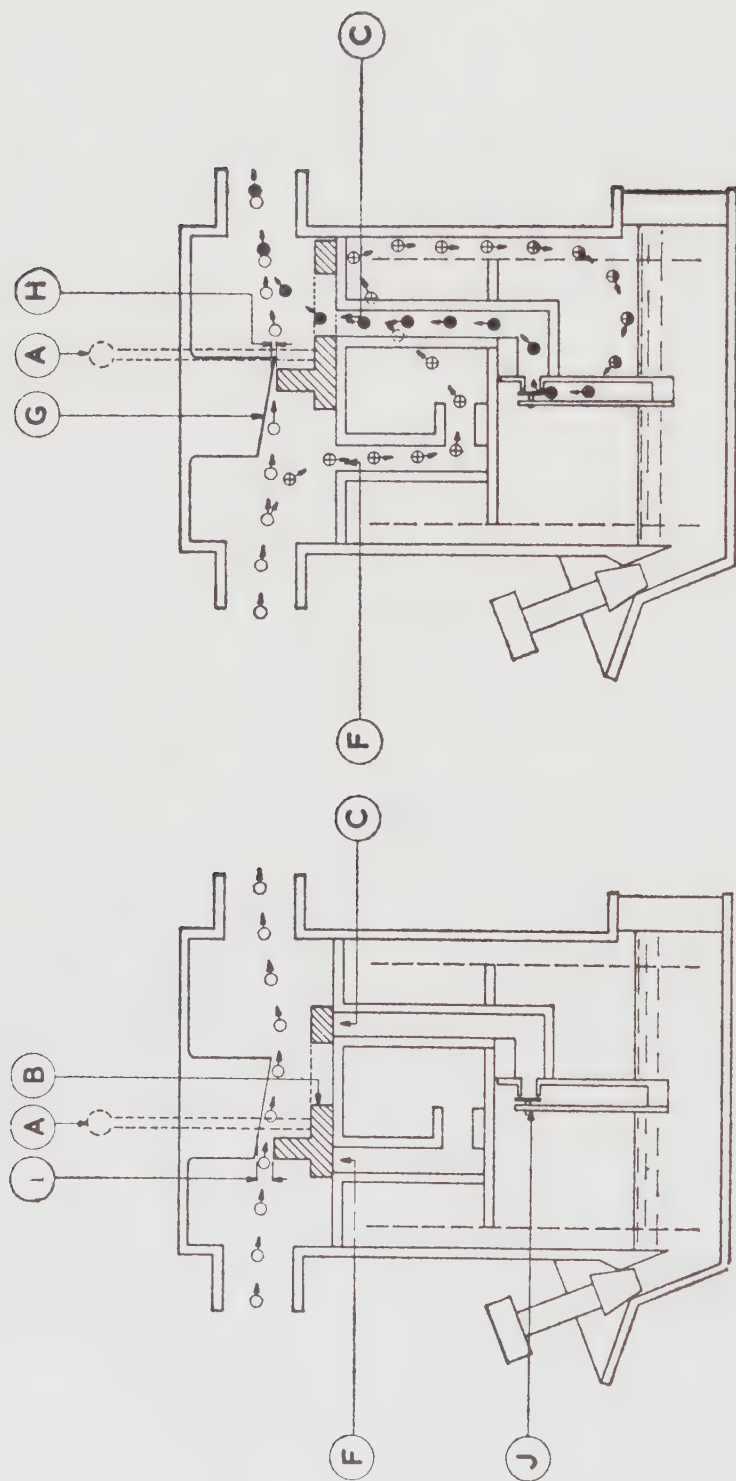
2) Respiration spontanée avec addition d'oxygène

- Si on veut ajouter de l'oxygène à l'air, on règle le débit par le robinet (C_1) et on lit sur le rotamètre (D).

- Si le malade expire ou est en apnée, l'oxygène s'accumule dans le tube (H) et l'économiseur (A) d'où il chasse l'air à travers l'ouverture (B).

- Quand le malade inspire, il aspire d'abord l'oxygène contenu dans l'économiseur et, ensuite, l'air venant de (B).

- Le pourcentage d'oxygène contenu dans le mélange dépend du débit d'oxygène fourni par le rotamètre (D) et du volume/minute de la respiration du patient.



Principe de l'évaporateur (Fig. 7)

3) Ventilation assistée ou contrôlée

1er temps : remplissage du soufflet et expiration

Lorsque l'anesthésiste tire sur le soufflet (J) pour le déployer, l'air et aussi l'oxygène si le rotamètre (D) est ouvert, se trouve aspiré dans ce soufflet depuis l'ouverture (B) et à travers l'économiseur (A), le vaporisateur (E) et la valve de non-retour (G₁). Les poumons du patient ne peuvent recevoir de gaz pendant cette période puisque du fait du déploiement du soufflet, la valve (G₂) se trouve fermée.

Par contre la soupape d'expiration est parfaitement libre à ce moment, ce qui fait que le sujet peut expirer librement par le seul jeu de l'élasticité du système poumon-thorax.

2e temps : insufflation des poumons

Quand l'anesthésiste appuie sur le soufflet, l'air est chassé vers les poumons du malade à travers le clapet (G₂) tandis que la valve (G₁) se ferme et empêche le retour des gaz vers l'économiseur (A).

En même temps que la pression chasse l'air vers les poumons du malade, elle est transmise par le tube (R) au diaphragme (T). Ce dernier se déforme et enfonce le plongeur (U) qui vient bloquer la valve expiratoire (Q). L'air est donc obligé d'aller vers les poumons sans fuite possible.

Quand l'anesthésiste déploie de nouveau le soufflet, la pression cesse sur le diaphragme (T) ce qui, par l'intermédiaire du plongeur (U), libère la valve expiratoire (Q) et permet l'exhalation du malade vers l'atmosphère.

La valve de non-retour (G₂) empêche alors les gaz venant du malade et contenant par conséquent du gaz carbonique de retourner vers le soufflet (J).

Principe de l'Evaporateur

L'évaporateur est du type thermostatique. Il est étalonné pour le fluothane de 0,5 à 5 %.

Cet évaporateur est irrenversable, c'est-à-dire que s'il est retourné accidentellement en cours d'utilisation, le patient ne peut recevoir un brusque surdosage de vapeurs.

- Lorsque le bouton de commande (A) est sur la position "Off", le robinet (B) ferme les ouvertures (F) (entrée des gaz) et (C) (sortie des gaz). L'air passe librement par la fente (I) sous la rampe hélicoïdale (G). Il suit les traces marquées O→

- Au fur et à mesure que la commande (A) est ouverte, le robinet (B) libère les ouvertures (F) et (C) de la chambre de vaporisation. Une portion des gaz traverse alors cette chambre et suit le trajet marqué O→

- Quand on ouvre davantage le robinet (B), il se déplace devant la rampe hélicoïdale (G), ce qui ferme la fente (I) qui, au maximum de la concentration est réduite à (H).

La réduction de cette fente entraîne le passage d'une part plus importante de gaz dans la chambre de vaporisation, d'où une augmentation de la concentration. Le thermostat (J) règle le passage des gaz dans le vaporisateur en fonction de la température. Il est constitué par le système de lames à dilatation différentielle de la cuve "Fluotec". La correction thermique est satisfaisante, les variations n'excédant pas 1/20 du pourcentage indiqué.

Nous allons maintenant présenter quelques anesthésies réalisées avec le Fluoxair en milieu hospitalier.

Ces anesthésies ont été conduites soit à l'éther, soit au fluothane chez des sujets prémédiqués.

OBSERVATION N° 6

M. BAU... Ernest, 60 ans. "Papillomatose vésicale".

Malade d'aspect pléthorique : 86 kg pour 1,73 m.

Aucun antécédent cardio-vasculaire ou pulmonaire notable.

Bilan pré-opératoire clinique, biologique et radiologique sensiblement normal.

Electrocardiogramme sans anomalies.

Intervention le 14.10.66.

Médication pré-anesthésique : atropine 0,75 mg - théralène 25 mg - péthidine 100 mg.

Anesthésie : halothane + oxygène (3 l/min.) administrés au Fluoxair.

Induction

- halothane : 15 min. par paliers successifs puis plateau de 5 min. à 4 %
- ventilation assistée
- chute tensionnelle de 2 cm de mercure affectant essentiellement la maximum 17/10 15/10
- ralentissement du pouls qui passe de 120 à 80.

Entretien

- fluothane : 2,5 % à 3,5 % oxygène 3 l/min.
- ventilation spontanée
- stabilité des chiffres tensionnels et du pouls
- remplissage capillaire excellent
- saignement modéré
- durée de l'intervention : 2 heures 30
- durée de l'anesthésie : 2 heures 50

Réveil sur table.

OBSERVATION N° 9

M. CAN... Roger, 23 ans. "Castration droite".

Sujet sans antécédents pathologiques.

Intervention le 17-12-66.

Médication pré-anesthésique : péthidine : 100 mg

théralène : 250 ml

atropine : 0,5 mg

Anesthésie : Ether - Air au Fluoxair.

Induction

- Diazepam 10 mg I.V.
- éther à concentrations progressivement croissantes
- pas d'efforts de toux ni de mouvements de défense.

Entretien

- Ether - air
- ventilation assistée
- index du Fluoxair sur la graduation 2,5
- Pas de variations du pouls ni de la tension artérielle.

Durée de l'intervention : 45 minutes

Durée de l'anesthésie : 1 heure

Réveil sur table.

Absence de vomissements post-opératoires

Le malade ne garde aucun souvenir désagréable de l'anesthésie.

OBSERVATION N° 12

M. RIV... Jean, 48 ans. "Hydrocèle bilatérale".

Aucun antécédent pathologique majeur.

Bilan pré-opératoire normal.

Intervention le 6.4.67.

Médication pré-anesthésique : atropine 0,5 mg

péthidine : 10 mg.

Anesthésie

Halothane + air au Fluoxair.

Induction

- Diazepam I.V. 10 mg
- Halothane au masque par paliers successifs jusqu'à 4 %
- pas de modifications tensionnelles
- ralentissement du pouls qui passe de 120 à 75
- durée : 20 minutes.

Entretien

- Fluothane : 2,5 % à 3 % + air
- ventilation spontanée
- le malade reste parfaitement coloré, chaud et sec
- tension artérielle et pouls ne varient pas

Durée de l'anesthésie : 1 heure 20

Durée de l'intervention : 1 heure

Réveil sur table.

OBSERVATION N° 17

M. THO... Numa, 64 ans. "Adénome prostatique".

Sujet maigre et peu musclé. 56 kg pour 1,65 m.

Antécédents d'infarctus du myocarde remontant à 10 ans.

Sous traitement anticoagulant permanent par antivitamines K.

Bilan pré-opératoire clinique, biologique et radiologique normal.

Tracé ECG ne montrant aucune altération pouvant être rattachée à l'infarctus ancien.

Intervention le 26.9.67.

Médication pré-anesthésique : atropine : 0,5 mg

diazepam : 20 mg I.M.

Anesthésie : Ether + oxygène administrés au Fluoxair.

Induction

- diazepam 15 mg I.V. poussés très lentement
- éther à concentrations progressivement croissantes
- tolérance parfaite du point de vue respiratoire et cardio-vasculaire
- pas d'efforts de toux ni de mouvements désordonnés
- après 5 minutes de ventilation spontanée, assistance respiratoire (l'index du Fluoxair se trouvant sur la graduation 3)
- à la 20^{ème} minute, intubation après injection de celocurine (70 mg)

Entretien : éther - oxygène : 3 litres/minute.

- ventilation spontanée
- durant les 3/4 de l'intervention, l'index du Fluoxair est laissé sur la graduation 3
- le pouls et la tension artérielle restent stables
- le remplissage capillaire est satisfaisant et le saignement opératoire modéré, compte tenu du type d'intervention (2 flacons de sang)
- dès la fermeture de la loge prostatique, on diminue progressivement les concentrations d'éther.

Durée de l'intervention : 2 heures

- Durée de l'anesthésie : 2 heures 30

Réflexes sur table

Absence de vomissements post-opératoires

Lors de la visite du soir le malade est parfaitement réveillé et ne sait pas par quel produit il a été endormi.

OBSERVATION N° 18

M. DAV... John, 21 ans. "Lithiase pyélique droite".

Sujet de type athlétique

Bilan pré-opératoire normal.

Intervention le 11.10.67. Décubitus latéral gauche avec billot.

Médication pré-anesthésique : atropine : 0,75 mg

péthidine : 100 mg

Anesthésie : Halothane + air, au Fluoxair.

Induction

- diazepam IV 15 mg
- halothane à concentrations progressivement croissantes jusqu'à 4 %
- ventilation assistée
- baisse tensionnelle de 16/9 à 12/6
- pouls stable à 70-80
- à la 20ème minute, intubation sans adjonction de curare
- sonde parfaitement tolérée
- mise en position opératoire.

Entretien : halothane + air.

Etant donné la position du malade qui exige l'assistance ventilatoire, on pratique une anesthésie en crénaux, c'est-à-dire périodes de 10 minutes avec assistance et faibles concentrations de fluothane (1 % à 1,5 %), suivies de périodes de 5 minutes en ventilation spontanée et concentrations de fluothane plus élevées (2 % à 2,5 %).

Des enregistrements électro-cardiographiques sont pratiqués à chaque variation de concentration.

L'analyse des tracés ne montre aucune modification notable par rapport à l'enregistrement pré-opératoire.

Pas de variations tensionnelles sauf au moment de la pyélotomie où la T.A. antérieurement stabilisée à 11/6 est passée à 14/9.

Cette variation éphémère est vraisemblablement en rapport avec les manipulations rénales.

Durée de l'anesthésie : 2 heures

Durée de l'intervention : 1 heure 30

Réveil sur table.

X - LES EVAPORATEURS IMPROVISES

On a imaginé les évaporateurs les plus rustiques de façon à pouvoir administrer une anesthésie rudimentaire en cas de catastrophe massive ou dans les conditions du plus extrême dénuement.

Les anesthésistes anglo-saxons ont expérimenté des évaporateurs improvisés, fabriqués à partir de matériels facilement disponibles, c'est-à-dire des récipients de toutes sortes, notamment des boîtes de café auxquelles on adjoint des tubulures élastiques de 1,27 cm de diamètre.

T.B. Boulton et P. Cole (20) ont étudié et testé deux de ces boîtes en laboratoire avec l'éther, l'halothane et le trichloréthylène.

- La plus grande est la "Maxwell house 40 Z" (125 g) de diamètre 7,5 cm et de hauteur 13 cm.

Elle fut testée avec 150 ml de liquide anesthésique.

- La plus petite est une "tasse" de 5 cm de diamètre et de 10 cm de hauteur.

On a cherché en plus à fabriquer des évaporateurs improvisés à basse résistance, notamment le récipient de Flagg.

Cet évaporateur fut utilisé comme expédient pendant la première guerre mondiale, mais pour l'anesthésiste moderne, ce système ne semble pas devoir être d'une grande utilité puisqu'il implique la réinhalation en va-et-vient à travers le récipient, donc à travers un espace mort considérable avec les incidences hypercapniques que cela entraîne pour le malade.

*

* *

C O N C L U S I O N S

I

Après avoir éliminé un certain nombre de méthodes anesthésiques qu'il est impossible de pratiquer en temps de guerre à l'échelon chirurgical avancé, nous sommes amenés, au terme de cette étude, à proposer un choix de trois techniques.

1) On pourra toujours pratiquer l'anesthésie intraveineuse à condition de disposer des moyens de l'assistance ventilatoire à l'air chez un patient intubé. Cette anesthésie intraveineuse sera la seule à employer en atmosphère close.

2) L'anesthésie par inhalation seule, à l'aide du fluothane, peut être pratiquée avec des appareils bien calibrés. Parmi ceux-ci, le Fluoxair nous semble rassembler les avantages d'une très bonne précision, d'une grande maniabilité, d'un apprentissage aisé dès le temps de paix et d'un très faible encombrement.

3) Enfin l'emploi d'une faible dose d'un barbiturique ou de Diazepam pour l'induction, associé à un anesthésique par inhalation pour le maintien de l'anesthésie, paraît être la solution la plus acceptable.

II

Parmi les appareils que nous venons de passer en revue, un certain nombre mettent à la disposition des anesthésistes opérant en temps de guerre ou dans les circonstances de dénuement plus ou moins complet, des moyens techniques très proches de ceux habituellement employés en milieu hospitalier.

Ces matériels qui utilisent l'air comme gaz vecteur, permettent malgré leur légèreté et leur faible encombrement, l'utilisation de toutes les techniques anesthésiques habituelles pratiquées avec quelques modifications qui ne tiennent qu'à un souci d'économie des produits.

Ces appareils, avec ou sans complémentation d'oxygène, sont si proches des matériels traditionnels, que leur emploi en chirurgie quotidienne ne pose aucun problème.

III

L'anesthésie de guerre et l'anesthésie lors des grandes catastrophes peuvent donc être envisagées sans que l'on ait recours à des appareils soit désuets comme l'Ombredanne, soit improvisés; de tels matériels présentant toujours des risques considérables d'imprécision de surdosage, et surtout l'impossibilité d'une assistance respiratoire, garante de la sécurité anesthésique.

*
* * *

Le Président de la Thèse :
Pr LECUIRE

VU et permis d'imprimer
LYON, le 16 Novembre 1967

VU, le Doyen :
Pr J.F. CIER

Le Recteur, Président du
Conseil de l'Université,
P. LOUIS

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - ACQUAVIVA E.S.
Presentazione di un apparecchio portatile per anesthesia ambulatoriale con fluothane.
Min. Anest. 1963, 29, 458.
- 2 - ADLER L., INKSTER J.S.
Anaesthesia for mass casualties.
Anaesth. 1967, 22, 1.
- 3 - ADRIANI J.
The di-ethyl ether anaesthesia
The methoxyflurane anaesthesia
Halothane anaesthesia
The fluotec vaporizer
Cyclopropane anaesthesia
Techniques and procedures of anaesthesia. Third Edition (1964)
- 4 - AHLGREN I., ARONSEN K.F., ERICSSON B. and FASGELS A.
Hepatic blood flow during different depths of halothane anaesthesia in the dog.
Acta anaesth. Scand. 1967, 11, 91-96.
- 5 - AHNEFELD F.W., FREY R.
Fortschritte der Anästhesie und Wiederbelebung.
Wehr-Med. Mitt. 1963, I, 4.
- 6 - AHNEFELD F.W., HEMNES H.H.
Anästhesie und Feldverhältnissen.
Wehr-Med. Mitt. 1963, 8, 113.
- 7 - AUBERGER H., HEINRICH J.
Méthoxyflurane et fonctions rénales.
Der Anaesthesist. 14, 7, 202-204.
- 8 - BARDEL O., HONDAHL M.H., NORLANDER O.P.
A new modular system for anaesthesia and resuscitator.
Acta Anaesth. Scand. 1966, supp. 26.

- 9 - BAUMANN J.
Le choc opératoire.
Le choc traumatique.
Encyclopédie médico-chirurgicale - Tome Anesth. Réan.
36, 845, B 10, pp. 1-10.
- 10 - BEGHE R.
Hypotension induced by halothane.
Thoracic Surgery.
Cong. Mund. Anaesthesiol. I, 81 (1964).
- 11 - BERGERON A.
L'anesthésie aux armées en temps de guerre.
Acta Belg. Med. Milit. 1962, 8, 4, 739.
- 12 - BLACK C.W.
A review of the pharmacology of halothane.
Brit. J. Anaesthesia, 1965, 37, 9, 688-705.
- 13 - BLACK C.W., LOVE S.H.S.
Circulatory and respiratory effects of ether, halothane and the azcetrope mixture. A comparative study in children.
Anaesthesia (1961), 16, 324.
- 14 - BLACK G.W., Mc KANE R.V.
Respiratory and metabolic changes during methoxyflurane and halothane anaesthesia.
Brit. J. Anaesth. (1965), 37, 409.
- 15 - BLAC. G.W.
A comparison of cardiac rhythm during halothane and methoxyflurane anaesthesia at normal and elevated levels of Pa CO₂.
Acta anaesth. Scand. 1967, 11, 103-108.
- 16 - BLACKMORE W.P.
Renal and cardiovascular effects of halothane.
Anesthesiology, 1960, 21, 489.
- 17 - BLONDAL B.
Emergency anaesthesia apparatus.
(1961), Lancet, ii, 1234.
- 18 - BORIES C.
A propos de l'anesthésie des blessés de l'abdomen en pratique de guerre.
Analg. Anesth. Réanim. 1961, 18, 2.
- 19 - BOULTON T.B., COLE P.V.
Anaesthesia in difficult situations.
Anaesth. 1966, 21, 2, 268

- 20 - BOULTON T.B., COLE P.V.
Anaesthesia in difficult situations.
Anaesth. 1966, 21, 3, 379-399.
- 21 - BOULTON T.B.
Anaesthesia in difficult situations.
Anaesth. 1966, 21, 4, 513-545.
- 22 - BOYAN C.P., HOWLAND W.S.
Effects of diethyl ether, halothane, methoxyflurane and cyclopropane on acide base balance in man.
Anesth. and Analg. (C.R.) (1965), 44, 270.
- 23 - BOYAN C.P., KING H.K.
Methoxyflurane anaesthesia with minimal equipment.
World congress of Anaesthesiology (1964), 3, 1, 45-51.
- 24 - BRANDSTATER B., EGER E.I. (II), EDELST G.
Effects of halothane ether and cyclopropane on respiration.
Brit. J. Anaesth. (1965), 37, 890.
- 25 - BRODKIN W.E., GOLDBERG A.H., KAYNE H.L.
Depression of myofibrillar ATPase activity by halothane.
Acta Anaesth. Scand. 1967, 11, 97-101.
- 26 - BRODY G.L., SWEET R.B.
Halothane anaesthesia as a possible cause of massive hepatic necrosis.
Anesthesiology (1963), 24, 29.
- 27 - BURNS T.H.S.
Portable anaesthetic apparatus
Brit. Med. J. (1965), i, 590.
- 28 - du CAILLAR J., RIOUX J., MARTYM RIEULE E.
"L'halothane est-il susceptible d'entraîner une intoxication hépatique chronique chez l'anesthésiste ? A propos de faits cliniques et d'une étude expérimentale".
Ann. Anesth. Franç. 4, 433.
- 29 - CASCORBI H.F., RUDO F.G.
Anaesthesia LXVI : the potency of methoxyflurane and halothane.
Anesth. E. Analg. (curr. res.) (1964), 43, 163.
- 30 - CHIPPINDALE L., MOLLOY R.E.
Boyles anaesthetic machines.
Anaesthesia (1966), 21, 4, 597.
- 31 - COLE P.V., PARKHOUSE J.
Blood oxygen saturation during anaesthesia with volatile agents vaporized in room air.
Brit. J. Anaesth. (1961), 33, 265.

- 32 - COLE P.V., PARKHOUSE J.
Clinical experience with the E.M.O. inhaler.
Postgrad. Med. J. (1963), 39, 476.
- 33 - COLE W.H.J.
A simple halothane vaporizer.
Brit. J. Anaesth. (1961) 33, 319 (1963) 35, 278.
- 34 - COLLIS J.M.
Concentration graphs for the halox vaporizer.
Anaesthesia, 1966, 21, 4, 558-562.
- 35 - CORATO R.
Considerazioni di tecnica anestesiológica per la ipotensione controllata con halothane.
Min. Anesth. 29, 440 (1963).
- 36 - COURSEY J.W., WILSON R.D.
A new draw-over halothane vaporizer.
Anaesth. Analg. 1965, 44, I, 147.
- 37 - CULLEN S.C.
Portable unit for fluothane.
Air Anaesthesia "PUFFA"
Anaesthesiology (1960), 21, 6, 768-773.
- 38 - DARDALHON P.
Le méthoxyflurane en chirurgie générale, essai de comparaison avec le fluothane.
Cahiers d'anesthésiologie (1966), 633-641.
- 39 - DELEUZE R., HUGUENARD P., JACQUENOUD P., MONTAGNE D.
Premiers essais cliniques avec un nouvel anesthésique halogéné : le méthoxyflurane (DA 759 ou penthrane).
Annales de l'anesthésiologie française, 1963, 4, 3.
- 40 - DELEUZE R.
Place du penthrane parmi les anesthésiques halogénés.
Colloque d'Anesthésiologie du Nord, jan. 1963.
- 41 - DELEUZE R.
Problèmes posés par l'insuffisance respiratoire chronique.
Cahiers d'anesthésiologie, 1962, 9, 7.
- 42 - DOBKIN A.B., ISRAEL J.S., SAMONTE A.L., BYLES P.H.
Universal vaporizer useful in disasters.
N.Y. SS. J. Med. 1963, 63, 1815.
- 43 - DRUCKER W.R., DAVIS H.S., POWERS A., SEIVERDING E.
Comparison of the effect of cyclopropane and halothane anaesthesia on metabolism during experimental hemorrhagic shock.
J. Lab. Clin. Med. (1964), 64, 353.

44 - DUCHESNE

Réanimation à l'avant.
Réanimation pendant l'évacuation.
Réanimation du blessé de guerre à l'échelon chirurgical.
Manuel de réanimation - Val-de-Grâce (1961).

45 - EPSTEIN A.G.

Principles of inhalation for volatile agents.
Brit. Med. Bull. 1958, 14, 1, 18-26.

46 - FARMAN John V.

The use of an air entrainment.
Device in conjunction with a draw-over vaporizer.
Acta anaesth. Scand. 1966, I, 485-490.

47 - FAVRE R.

L'homme et les catastrophes.
S.P.E.I., Paris 1966.

48 - GALINDO A., BRINDLE G.F., GILBERT R.G.P.

Hepatic circulation and hepatic function during anaesthesia and surgery.
Can. Ann. S.J. (1966) 13, 7, 329-341.

49 - GILLIBOEUF Méd. C¹

Réanimation à l'avant.
Le Service de Santé des Armées.
C. 71 p. 125.

50 - GOLDMAN V.

The Goldman halothane vaporizer - Mark II.
Anaesthesia (1962), 17, 537.

51 - GORGERINO F., GAZZANO A.M., VASSONEY G.

Anaesthesia problems at high altitude : halothane vaporization.
Acta Anaesth. Scand. 1966, I, 491-494.

52 - HALLEN B., NORLANDER O.

Performance of the AGA SOCSIL vaporizer for volatile anaesthetics studied by gaz.
Chromatography.
Acta Anaesth. Scand. 1966, supp. 26, 43-52.

53 - HANQUET M.

Action de l'halothane sur les inhibiteurs de la transmission neuro-musculaire.
Analg. Anesth. Réanim. 1961, 18, 3.

54 - HAUMANN. J.

The anti-emetic effect of halothane.
Brit. J. Anaesth. (1963), 35, 114.

- 55 - HEAL P.C.
Postoperative vomiting : methoxyflurane and halothane.
Anaesthesia (1965) 20, 275.
- 56 - HEWER C.L.
Portable equipment for general anaesthesia, general analgesia
and resuscitation.
(1961) Lancet ii, 1290.
- 57 - HILL D.W.
Physic applied to anaesthesia gases and vapours.
Brit. J. Anaesth. 1966, 38, 6.
- 58 - HILL D.W., JACKSON D.C.
Recent developments in vaporizer.
Anaesthesia, 1964, 19, 2, 191-205.
- 59 - HORATZ K.
Penthrane Narkose mit dem kleinen feld Narkosegerät.
Wehr-Med. Mitt. 1963, 8, 120.
- 60 - HUDON F., JACQUES A., ROUX J., DERY R.
Effets cardio-vasculaires, métaboliques et respiratoires
du méthoxyflurane.
J. Canad. Anesth. Soc. (1963), 10, 442-459.
- 61 - HURTAGH G.P.
Controlled hypotension with halothane.
Anaesthesia, 1960, 15, 235-244.
- 62 - HUTTON A.M., VALE R.J.
Halothane for open heart surgery.
Anaesthesia, 19, 239 (1964).
- 63 - JACQUENOUD P.
Méthodes d'anesthésie par inhalation.
Encyclopédie médico-chirurgicale - tome Anesthésie-Réanimation.
- 64 - JOBSON P.L.
An alternative to nitrous oxide methods in anaesthetic practice.
Med. Journ. Austral. 1966, I, 786.
- 65 - JOHNSTONE M., NISBET H.I.A.
Ventricular Arrhythmia during halothane anesthesia.
Brit. J. Anaesth. (1961), 33, 9.
- 66 - JOHNSTONE M.
Action du fluothane sur le foie.
Anesth. Analg. Réanim. (1962), 19, 77.

- 67 - JOHNSTONE M.
The role of halothane in the prevention of surgical shock.
Brit. J. Anesth. 30, 435 (1958).
- 68 - JOLIS P.
Anesthésie et réanimation en temps de guerre.
Encyclopédie médico-chirurgicale - tome Anesthésie-Réanimation
36, 970, A 10, pp. 1-6.
- 69 - JUUL J., WILHJELM B.J.
On the use of D. tubocurarine during fluothane anaesthesia.
Danish Med. Bull. (1961), 8, 154.
- 70 - KAPFHAMMER V., ATABAS A.
Der fluotec mark II mit angebautem Durchansgleichventil.
Anaesthesist (1965), 14, 257.
- 71 - KHANDEKAR N., RAMA RAO R.
Methoxyflurane in the E.M.O. (ether) anaesthetic out-fit
in the Armed Forces.
Ind. J. Anaesth. February (1965), 3, 26.
- 72 - KLAUCKE D., KLINGHAMMER H.H., LANGER R. und HORATZ K.
Halothan Konzentration bei Narkosen unter primitiven Verhältnissen.
Acta anaesth. Scand. (1966), II, 241-248.
- 73 - KLINGE O.
Toxische Hepatose bei Halothan-Narkose
Klin - Wschr. (1965) 43, 1042.
- 74 - KINGHT P.F.
Anesthésie à l'halothane pour la chirurgie de l'artère carotide.
Brit. J. Anaesth. (1961), 33, 40.
- 75 - LATHAM J.W., PARKBROOK G.D.
Premixed gas machine.
Anaesthesia (1967), 22, 2, 316.
- 76 - LEATHER DALE R.A.
The E.M.O. ether inhaler.
Anaesth. (1966), 21, 4, 504.
- 77 - LINDGREN P., WESTER MARK L., WAHLIN A.
Circulatory effects of halogenated anaesthetics.
Acta Anaesth. Scand. (1964), 8, suppl.XV, 80.
- 78 - LITARCZEK G., IONESCU T., LITARCZEK Dacia and BRINZAN M.
Haemodynamic changes in the pulmonary and renal circulation
during halothane and methoxyflurane anaesthesia.
Acta Anaesth. Scand. (1966), I, 642-648.

- 79 - LITTLE David H.
Anesthésie à l'halothane et fonction hépatique.
"Survey of anesthesiology" (1967), 11, 1, 50.
- 80 - LOEHNING R.W., CZERNY W.P.
Halothane - induced hypotension and the effect of vasopressors.
Canad. Anaest. Soc. J. (1960), 7, 30, 4.
- 81 - MAC INTOSH R.
A plea for simplicity.
Brit. Med. J. (1955), 11, 1054.
- 82 - MACCAY I.M.
A compact anaesthetic for emergency use.
Anaesth. Soc. J., 12, 298.
- 83 - Mc DONALD I.
An inexpensive vaporizer useful with halothane and other agents.
Med. J. Aust. (1965), vol. I, 582.
- 84 - MAGGIO G.
Simple apparatus for dental anaesthesia in the chair.
Acta Anaesth. Scand. (1966), I, 495-500.
- 85 - MARKELLO R., KING B.D.
Halothane-ether-air anaesthesia.
J. Amer. Med. Ass. (1964) 190, 869.
- 86 - MARKELLO R., KING B.D.
Practicality of halothane-air anaesthesia.
New-Your. St. J. Med. (1964), 64, 2185.
- 87 - MARTINEZ L.R., NORLANDER O.F., SANTOS A.
Laboratory evaluation of socsil vaporizer.
Acta Anaesth. Scand. (1966), suppl. 26, 75-89.
- 88 - MASSA L.S., ZAUDER H.L.
Calibration of a new vaporizer.
Anesthesiology (1964), 25, 708.
- 89 - MERRIFIELD A.G., HILL D.W., SMITH K.
Performance of the portablease and the fluoxair anaesthetic equipment.
Brit. J. Anaesth. (1967), 39, I, 50-70.
- 90 - MORRIS L.E., FELDMANN S.A.
Evaluation of a nex anaesthetic vaporizer.
- 91 - MOCAVEPO G. et LOTTI G.G.
"On the prevention and treatment of the surgical shock".
Acta Anaesthesiol. (1963), 14, 69.

- 92 - NATIONAL
Halothane study.
J.A.M.A., 197, 10, 776-88.
- 93 - NISSEN R.
Kollogium über Gefahren des Halothans.
Vortr. Parkt. Chir. (1964), 68, 41.
- 94 - NOLTE H.
Ist die lokale Anesthesie unter Feld und Katastrophen Bedingungen zu empfehlen.
Wehr. Med. Monatsch. (1966), 10, 1, 74-76.
- 95 - NOLTE H.
Technisch Möglichkeiten der Lokalanästhesie unter Feld Verhältnissen.
Wehr. Med. Monatsch. (1966), 10, 2, 103-106.
- 96 - NOLTE H.
Komplikationen während der Lokalanästhesie ihre Ursachen Symptome und Behandlung.
Wehr. Med. Monatsch. (1966) 10, 3, 125-127.
- 97 - NORTH W.C., KNOX P.R.
The influence of methoxyflurane upon the cardio vascular response to epinephrine.
Fed. Proc. 20, 312 f part 1, mars 1961.
- 98 - NOVELLI G.P., ZAMPOLINI M., CELIBERTI A., CORTESINI C., PAGNI E.
L'halothane en tant que facteur antiadrénergique dans le traitement du choc.
Minerva Anesthesiologica (1966).
Communication au XIXème congrès de la S.I.A.R.
- 99 - NUNN J.F.
Portable anaesthetic apparatus.
Brit. Med. Jour. 1961, 1139-43.
- 100 - ORENDAIN J.
Fluothane, oxido nitroso y musculo relajantes.
Rev. Mex. Anest. (1964), 13, 384.
- 101 - PANTELIC D., VAJS E.
Effects of halothane on survival of dogs subjected to controlled post hemorrhagic hypotension followed by retransfusion.
Brit. J. Anaesth. 1965, 37, 6, 388-94.
- 102 - PAPANTONY M., LANDMESSER C.M.
Portable Unit for halothane air anesthesia ("PUFFA").
Anesthesiology (1960) 21, 768.

- 103 - PARKBROOK G.D.
A halothane vaporizer for small animal anaesthesia.
Anaesthesia. 1966, 21, 3.
- 104 - PARKHOUSE J., SIMPSON B.R.
Britisch. J. Anaesth. (1959), n° 10.
- 105 - PARKHOUSE J., SIMPSON B.R.
A restatement of anaesthetic principles.
Brit. Journ. Anaesth. (1959), 31, 464.
- 106 - PARKHOUSE J.
Clinical performance of the O.M.V. inhaler.
Anaesth. (1966), 21, 4, 498-503.
- 107 - PAYNE J.P., PLANTEVEIN O.M.
Action du fluothane sur le coeur.
Anesth. Analg. Réanim. (1962), 19, 45.
- 108 - PEARCE C.
A. versatile halothane vaporizer.
Anaesthesia (1962), 17, 540.
- 109 - PEGG J.
Convenient flows using flow-metered vaporizers.
Anesthesiology (1965), 26, 683.
- 110 - PERRY L.B., JENICEK J.A.
Massive hepatic necrosis associated with general anaesthesia.
Milit. Med. (1964), 129, 1148.
- 111 - PICARD P., RADIGUET de LA BASTAÏE P.
La réanimation et l'anesthésie dans les catastrophes.
Cahiers d'anesthésiologie (1966), 14, 4, 393-428.
- 112 - PICARD P., RADIGUET de LA BASTAÏE P., PEROT G., MOINE M.
Evolution des conceptions et des matériels d'anesthésie pour l'emploi militaire.
Rev. Corps Santé (1966), 7, 6, 1005-1017.
- 113 - POPPELBAUM U.F.
Rediscovery of air for anaesthesia in thoracic surgery.
Proc. Roy. Soc. Med. 1960, 53, 389.
- 114 - PRINZHORN G.
Erste Erfahrungen in der Bundeswehr mit dem neuen Inhalations -
Narkoticum Halothan.
Wehr Med. Mitt. (1961), n° 6, 81.
- 115 - RADIGUET de LA BASTAÏE P., PICARD P., GOURVES J., POUJOL C.
Les évaporateurs à halothane.
Anest. Analg. Réan. (à paraître).

- 116 - RADIGUET de LA BASTAÏE P., PICARD P.
Les appareils d'anesthésie simplifiés - A propos de situations anormales de l'anesthésie.
Annales de l'Anesthésiologie Française (à paraître).
- 117 - RAVENTOS J.
Action du fluothane sur les mécanismes régulateurs de la tension artérielle.
Anesth. Analg. Réanim. (1962), 19, 27.
- 118 - ROBINSON R.H.
The possible role of halothane-air anaesthesia in mass casualty surgery.
J. Roy. Arm. Med. 1965, III, 1, 9-20.
- 119 - RODGERS J.B., MALLORY K., DAVIDSON C.S.
Massive Liver cell necrosis - A retrospective study.
Arch. Int. Med. (1964), 114, 637.
- 120 - ROLLASON W.N.
Halothane and hypotension.
Anaesthesia (1960), 15, 199.
- 121 - ROLLY G.
Etude comparée de l'influence du méthoxyflurane et de l'halothane sur la fraction métabolique de l'équilibre acide-base.
Anesth. Analg. Réanim. 22, 272 (1965).
- 122 - ROUSSILLE B.
Contribution à l'étude de la toxicité de l'halothane sur l'appareil cardio-vasculaire et la glande hépatique. A propos de 502 observations.
Thèse Montpellier (1964).
- 123 - SCHNEIDERMAN B.J.
Qualitative measurement of digital blood flow during halothane anaesthesia.
Acta Anaesth. Scand. (1966), I, 649-656.
- 124 - SCHWEIKERT C.H., KAFFHAMMER V.
Zur Frage der Hepatotoxizität des Halothane.
Anaesthesist (1965), 14, 74.
- 125 - SECHZER P.H., LINDE H.W., DRIPPS R.D., PRICE H.L.
Uptake of halothane by the human body.
Anaesthesiology (1963), 24, 6779.
- 126 - SMITH R.H., VOLPITTO P.P.
Halothane concentrations in clinical anaesthesia.
Anesthesiology (1960), 21, 1.

- 127 - SOPER R.L.
Anaesthesia for major disaster.
Proc. Roy. Soc. Med. (1959), 52, 239, 7.
- 128 - SOPER R.L.
Portable apparatus with vaporizer of new design.
Brit. Med. J. (1961), 2, 703.
- 129 - STEPHEN C.R.
Clinical applications of methoxyflurane.
Acta Anaesth. Scand. (1966), II.
- 130 - STEPHENS K.F.
Zur Anaesthesia in Kriegsziten.
Anaesthesist (1963), 12, 133.
- 131 - STEPHENS K.F.
Transportable apparatus for halothane anaesthesia.
Brit. Jour. Anaesth. (1965), 37, I, 67-72.
- 132 - STEPHENS K.F.
An assesment of the role in developping regions of halothane anaesthesia with air as the carrier.
Journ. of Roy. Med. Corp. (1965), III, 3.
- 133 - STEPHENS K.F., BOURNE J.G.
Anaesthesia for mass casualties.
Lancet (1960), 481-82.
- 134 - STETSON John B.
The use of the E.M.O. ether vaporizer for pediatric anaesthesia.
Acta anaesth. Scand. (1966), I, 500-505.
- 135 - TAMMISTO T.
Measurements of concentration of halothane with gardner universal vaporizer.
Acta Anaesth. Scand. (1966), suppl. 23, 507.
- 136 - THURIES J., ROBERT J., HANTZ E., FRITZ R.L.
Méthoxyflurane et chirurgie de guerre.
Cahiers d'anesthésiologie (1964), 12, 3, 289.
- 137 - THURIES J., PAYARD J.
Le penthrane en méthode ouverte (présentation d'un distributeur goutte à goutte).
Cahiers d'Anesthésiologie, 1967, 15, 3.
- 138 - THURIFS J.
Le méthoxyflurane. Etude clinique et biologique.
Cahiers d'Anesthésiologie, 1967, II, 3.

- 139 - THURIES J.
Méthoxyflurane et coagulation.
Anesth. Analg. Réanim. (1965), 22, 4, 593-605.
- 140 - TORRI G., DAMIA G., CARASSAI P., LEVI E.
A technical study of two new halothane vaporizers.
Acta Scand. Anaesth. (1966), 513-519.
- 141 - TORRI G., DAMIA G., TARENZI L.
Ruolo della ventilazione e del flusso ematico polmonare nella eliminazione degli anestetici in fase gazzosa.
Anestesia e rianimazione (1966), 7, 3, 227-240.
- 142 - VAJS E., REBERNISAK V., PANTELIC D.
Effects of halothane anaesthesia and hypothermia on survival of dogs subjected to acute intreated hemorrhagy.
Brit. J. Anaesth. (1965), 37, 6, 380-88.
- 143 - VOURC'H G.
Possibilités anesthésiques du fluothane.
Revue du praticien, 9, 1, p. 7.
- 144 - VUCHOT Mme J.
Contribution à l'étude du méthoxyflurane à propos de 904 anesthésies pratiquées à l'Hôpital Edouard-Herriot pendant 4 ans.
Thèse Lyon 1967, n° 12.
- 145 - WALTZ K.F., PRESCOTT F.S.
The effects of gallamine on cardiac rhythm during general anaesthesia.
Anesth. Analg. (C.R.) (1965), 44, 265.
- 146 - WARD R.J., ALLEN G.D., DEVENY L.J., GREEN H.D.
Halothane and the cardiovascular response to endotracheal intubation.
Anesth. Analg. (C.R.) (1965), 44, 248.
- 147 - WEIS K.H., SCHREIBER P.
Concentration measurement with the gardner universal vaporizer.
Der Anaesth. (1965), 14, 289.
- 148 - WITTEK L.
Possibilities and limits of modern anaesthesia under various primitive conditions.
Acta Anaesth. Scand. (1966), II, 11-14.
- 149 - WYANT G.M., Mc FARLAND J.D.
A clinical and economical comparison of halothane and methoxyflurane anaesthesia.
Canad. Anaest. Soc. J. (1965), 12, 405.
- 150 - YOUNG J.V. I
The practical use of the "halox vaporizer".
Anaesthesia (1966), 21, 4, 551-557.
-

